

Modulhandbuch Physik Master 2015 (Master of Science)

SPO 2015

Wintersemester 2022/23

Stand 09.09.2022

KIT-FAKULTÄT FÜR PHYSIK



Inhaltsverzeichnis

1. Masterstudiengang Physik	12
1.1. Qualifikationsziele	12
1.1.1. Qualifikationsziele des Studiengangs	12
1.1.2. Qualifikationsziele der einzelnen Fächer	12
1.1.2.1. Physikalisches Schwerpunkt-, Ergänzungs- und Nebenfach	12
1.1.2.2. Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach	13
1.1.2.3. Fortgeschrittenenpraktikum	13
1.1.2.4. Hauptseminar	13
1.1.2.5. Additive überfachliche Qualifikationen	13
1.1.2.6. Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und Spezialisierungsphase	13
1.1.2.7. Masterarbeit	13
1.1.3. Leistungspunkte-System	13
1.2. Studienplan für den Masterstudiengang Physik	13
1.2.1. Einleitung	13
1.2.2. Lehrveranstaltungen	14
1.2.3. Anmeldung zu Leistungsüberprüfungen und Fachprüfungen	15
1.2.4. Notenbildung	15
1.2.5. Organisation der Fächer	15
1.2.6. Mobilität	16
1.2.7. Berufspraktikum	16
1.3. Graphische Darstellung des Studienplans	16
2. Tabellarische Übersicht über die Zuordnung der Module	17
3. Module	27
3.1. Allgemeine Relativitätstheorie - M-PHYS-102319	27
3.2. Allgemeine Relativitätstheorie (NF) - M-PHYS-102320	28
3.3. Allgemeine Relativitätstheorie II - M-PHYS-103333	29
3.4. Allgemeine Relativitätstheorie II (NF) - M-PHYS-103334	30
3.5. Astroteilchenphysik I - M-PHYS-102075	31
3.6. Astroteilchenphysik I (NF) - M-PHYS-102076	33
3.7. Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos - M-PHYS-105683	35
3.8. Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos (NF) - M-PHYS-105684	37
3.9. Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen - M-PHYS-105686	39
3.10. Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-105685	41
3.11. Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen - M-PHYS-102525	43
3.12. Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-103184	44
3.13. Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen - M-PHYS-102078	45
3.14. Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-102082	46
3.15. Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen - M-PHYS-102527	47
3.16. Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-103186	49
3.17. Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen - M-PHYS-102081	51
3.18. Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-102086	53
3.19. Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen - M-PHYS-104869	55
3.20. Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-104870	57
3.21. Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen - M-PHYS-104871	59
3.22. Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-104872	61
3.23. Computational Condensed Matter Physics - M-PHYS-104862	63
3.24. Computational Condensed Matter Physics (NF) - M-PHYS-104863	64
3.25. Computational Methods for Particle Physics and Cosmology - M-PHYS-106117	65
3.26. Computational Methods for Particle Physics and Cosmology (NF) - M-PHYS-106118	67
3.27. Computational Photonics, with ext. Exercises - M-PHYS-101933	68
3.28. Computational Photonics, with ext. Exercises (NF) - M-PHYS-103090	70
3.29. Computational Photonics, without ext. Exercises - M-PHYS-103089	72
3.30. Computational Photonics, without ext. Exercises (NF) - M-PHYS-103193	74
3.31. Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen - M-PHYS-102121	76
3.32. Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-102122	78
3.33. Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen - M-PHYS-102119	79
3.34. Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-102120	81

3.35. Dynamik des Standardmodells, mit Übungen - M-PHYS-105389	82
3.36. Dynamik des Standardmodells, mit Übungen (NF) - M-PHYS-105390	83
3.37. Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten - M-PHYS-101397	84
3.38. Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen - M-PHYS-102987	85
3.39. Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen (NF) - M-PHYS-103189	86
3.40. Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen - M-PHYS-102986	87
3.41. Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen (NF) - M-PHYS-103188	88
3.42. Einführung in die Kosmologie - M-PHYS-102175	89
3.43. Einführung in die Kosmologie (NF) - M-PHYS-102176	91
3.44. Einführung in die Theoretische Kosmologie - M-PHYS-104855	92
3.45. Einführung in die Theoretische Kosmologie (NF) - M-PHYS-104856	93
3.46. Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen - M-PHYS-102221	94
3.47. Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-102424	95
3.48. Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen - M-PHYS-102425	96
3.49. Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-102426	97
3.50. Einführung in die Vulkanologie, benotet - M-PHYS-101866	98
3.51. Elektronenmikroskopie I, mit Übungen - M-PHYS-102989	100
3.52. Elektronenmikroskopie I, mit Übungen (NF) - M-PHYS-102991	101
3.53. Elektronenmikroskopie I, ohne Übungen - M-PHYS-102990	102
3.54. Elektronenmikroskopie II, mit Übungen - M-PHYS-102227	103
3.55. Elektronenmikroskopie II, mit Übungen (NF) - M-PHYS-103172	104
3.56. Elektronenmikroskopie II, ohne Übungen - M-PHYS-102844	105
3.57. Elektronik für Physiker - M-PHYS-102184	106
3.58. Elektronik für Physiker (NF) - M-PHYS-102185	108
3.59. Elektronik für Physiker: Analogelektronik - M-PHYS-102179	109
3.60. Elektronik für Physiker: Analogelektronik (NF) - M-PHYS-102180	110
3.61. Elektronik für Physiker: Digitalelektronik - M-PHYS-102182	111
3.62. Elektronik für Physiker: Digitalelektronik (NF) - M-PHYS-102183	112
3.63. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen - M-PHYS-102089	113
3.64. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen (NF) - M-PHYS-102087	115
3.65. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen - M-PHYS-102090	117
3.66. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen - M-PHYS-102108	119
3.67. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen (NF) - M-PHYS-102106	120
3.68. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen - M-PHYS-102109	121
3.69. Experimentelle Biophysik II, mit Seminar - M-PHYS-102165	122
3.70. Experimentelle Biophysik II, mit Seminar (NF) - M-PHYS-102166	124
3.71. Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar - M-PHYS-102167	126
3.72. Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar (NF) - M-PHYS-102168	128
3.73. Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen - M-PHYS-105391	130
3.74. Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen (NF) - M-PHYS-105393	131
3.75. Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, ohne Übungen - M-PHYS-105392	132
3.76. Festkörperspektroskopie, mit Übungen - M-PHYS-105074	133
3.77. Field Theories of Condensed Matter: Conformal Field Theory - M-PHYS-104548	134
3.78. Flavour Physics in the Standard Model and beyond - M-PHYS-105064	135
3.79. Full-waveform Inversion, unbenotet - M-PHYS-104522	136
3.80. Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane, benotet - M-PHYS-101873	137
3.81. Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, benotet - M-PHYS-101952	139
3.82. Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, unbenotet - M-PHYS-101872	141
3.83. Grundlagen der Nanotechnologie I - M-PHYS-102097	142
3.84. Grundlagen der Nanotechnologie I (NF) - M-PHYS-102096	143
3.85. Grundlagen der Nanotechnologie II - M-PHYS-102100	144
3.86. Grundlagen der Nanotechnologie II (NF) - M-PHYS-102099	145
3.87. Halbleiterphysik, mit Übungen - M-PHYS-102131	146
3.88. Halbleiterphysik, mit Übungen (NF) - M-PHYS-102130	148
3.89. Halbleiterphysik, ohne Übungen - M-PHYS-102301	150
3.90. Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik - M-PHYS-102207	152
3.91. Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik - M-PHYS-102206	153

3.92. Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie - M-PHYS-102203	155
3.93. Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik - M-PHYS-102204	157
3.94. Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik - M-PHYS-102205	158
3.95. Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik - M-PHYS-102208	159
3.96. Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie - M-PHYS-102209	160
3.97. Induced Seismicity, benotet - M-PHYS-101959	161
3.98. Inversion & Tomographie - M-PHYS-102368	162
3.99. Inversion & Tomographie (NF) - M-PHYS-102658	164
3.100. Klassische Theorie der Eichfelder - M-PHYS-105934	166
3.101. Masterarbeit - M-PHYS-102068	167
3.102. Mathematische Methoden der Theoretischen Physik - M-PHYS-105535	168
3.103. Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (NF) - M-PHYS-105536	169
3.104. Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) - M-PHYS-105834	170
3.105. Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) (NF) - M-PHYS-105835	171
3.106. Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen - M-PHYS-102517	172
3.107. Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-102519	174
3.108. Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen - M-PHYS-102518	175
3.109. Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-103194	177
3.110. Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen - M-PHYS-102127	178
3.111. Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-102128	180
3.112. Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen - M-PHYS-102125	181
3.113. Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-102126	183
3.114. Moderne Methoden der Spektroskopie: Anwendungen in der Astroteilchenphysik - M-PHYS-106047	184
3.115. Molekulare Elektronik - M-PHYS-104540	186
3.116. Molekulare Elektronik (NF) - M-PHYS-104541	187
3.117. Molekülspektroskopie - M-PHYS-102337	188
3.118. Monte Carlo Ereignisgeneratoren - M-PHYS-104860	189
3.119. Monte Carlo Ereignisgeneratoren (NF) - M-PHYS-104861	190
3.120. Nanomaterials, mit Übungen - M-PHYS-105068	191
3.121. Nanomaterials, mit Übungen (NF) - M-PHYS-105069	193
3.122. Nanomaterials, ohne Übungen - M-PHYS-105071	194
3.123. Nano-Optics - M-PHYS-102146	195
3.124. Nano-Optics (NF) - M-PHYS-102147	196
3.125. Naturgefahren und Risiken - M-PHYS-101833	197
3.126. Naturgefahren und Risiken, unbenotet - M-PHYS-105279	199
3.127. Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells - M-PHYS-105534	201
3.128. Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells (NF) - M-PHYS-105582	202
3.129. Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells, ohne Übungen - M-PHYS-105833	203
3.130. Nonlinear Optics - M-ETIT-100430	204
3.131. Non-supersymmetric Extensions of the Standard Model (NF) - M-PHYS-105639	206
3.132. Oberflächenphysik, mit Übungen - M-PHYS-102134	207
3.133. Oberflächenphysik, mit Übungen (NF) - M-PHYS-102136	208
3.134. Oberflächenphysik, ohne Übungen - M-PHYS-102133	209
3.135. Particle Physics with Extra Dimensions - M-PHYS-106055	210
3.136. Photovoltaik - M-ETIT-100513	211
3.137. Physik der Lithosphäre, benotet - M-PHYS-101960	214
3.138. Physik der Quanteninformation - M-PHYS-104866	216
3.139. Physik der Quanteninformation (NF) - M-PHYS-104867	217
3.140. Physik seismischer Messinstrumente - M-PHYS-102358	218
3.141. Physik seismischer Messinstrumente (NF) - M-PHYS-102653	220
3.142. Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum - M-PHYS-101395	222
3.143. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 1 TL - M-PHYS-102091	223
3.144. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 2 TLen - M-PHYS-103129	224
3.145. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TLen - M-PHYS-103130	225
3.146. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TLen - M-PHYS-103131	226
3.147. Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen - M-PHYS-105640	227
3.148. Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen (NF) - M-PHYS-105642	228
3.149. Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, ohne Übungen - M-PHYS-105641	229
3.150. Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie: Quantenkritikalität - M-PHYS-105538	230

3.151. Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie: Quantenkritikalität (NF) - M-PHYS-105539	231
3.152. Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen - M-PHYS-104092	232
3.153. Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen (NF) - M-PHYS-104093	234
3.154. Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, ohne Übungen - M-PHYS-104094	235
3.155. Quantum Detectors and Sensors - M-PHYS-106193	236
3.156. Quantum Detectors and Sensors (NF) - M-PHYS-106194	238
3.157. Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, mit Übungen - M-PHYS-105386	239
3.158. Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, mit Übungen (NF) - M-PHYS-105388	240
3.159. Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, ohne Übungen - M-PHYS-105387	241
3.160. Reflexionsseismisches Processing - M-PHYS-102364	242
3.161. Reflexionsseismisches Processing (NF) - M-PHYS-102654	243
3.162. Seismic Data Processing with Final Report (graded) - M-PHYS-104186	244
3.163. Seismic Data Processing with final report (ungraded) - M-PHYS-104188	246
3.164. Seismology - M-PHYS-105225	248
3.165. Seismology (NF) - M-PHYS-105226	250
3.166. Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded) - M-PHYS-104578	252
3.167. Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded) - M-PHYS-104577	254
3.168. Solid State Quantum Computing - M-PHYS-105537	256
3.169. Solid State Quantum Computing, mit Übungen - M-PHYS-105871	257
3.170. Solid State Quantum Computing, mit Übungen (NF) - M-PHYS-105872	258
3.171. Solid State Quantum Technologies - M-PHYS-104857	259
3.172. Solid State Quantum Technologies (NF) - M-PHYS-104858	260
3.173. Solid-State Optics - M-PHYS-102408	261
3.174. Solid-State Optics (NF) - M-PHYS-102409	263
3.175. Spezialisierungsphase - M-PHYS-101396	264
3.176. Spintransport in Nanostrukturen - M-PHYS-102293	265
3.177. Spintransport in Nanostrukturen (NF) - M-PHYS-105375	266
3.178. Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen - M-PHYS-105655	267
3.179. Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen (NF) - M-PHYS-105656	268
3.180. Supraleiter-Nanostrukturen - M-PHYS-102191	269
3.181. Supraleiter-Nanostrukturen (NF) - M-PHYS-104723	270
3.182. Symmetrien und Gruppen - M-PHYS-102317	271
3.183. Symmetrien und Gruppen (NF) - M-PHYS-102318	272
3.184. Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien - M-PHYS-102315	273
3.185. Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien (NF) - M-PHYS-102316	274
3.186. Teilchenphysik I - M-PHYS-102114	275
3.187. Teilchenphysik I (NF) - M-PHYS-102115	277
3.188. Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen - M-PHYS-102422	279
3.189. Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-103183	280
3.190. Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen - M-PHYS-102154	281
3.191. Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-102155	282
3.192. Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen - M-PHYS-105939	283
3.193. Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-105940	284
3.194. Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen - M-PHYS-105937	285
3.195. Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-105938	286
3.196. Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen - M-PHYS-104088	287
3.197. Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-104089	289
3.198. Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen - M-PHYS-104086	291
3.199. Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-104087	293
3.200. Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen - M-PHYS-104084	295
3.201. Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen (NF) - M-PHYS-104085	297
3.202. Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen - M-PHYS-104081	298
3.203. Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen (NF) - M-PHYS-104082	299
3.204. The ABC of DFT - M-PHYS-102984	300
3.205. Theoretical Nanooptics - M-PHYS-102295	301
3.206. Theoretical Nanooptics (NF) - M-PHYS-103177	303
3.207. Theoretical Optics - M-PHYS-102277	304
3.208. Theoretical Optics (NF) - M-PHYS-102279	306

3.209. Theoretical Quantum Optics - M-PHYS-105094	307
3.210. Theoretical Quantum Optics (NF) - M-PHYS-105395	309
3.211. Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar - M-PHYS-102169	311
3.212. Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar (NF) - M-PHYS-102170	313
3.213. Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar - M-PHYS-102171	315
3.214. Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar (NF) - M-PHYS-102172	317
3.215. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen - M-PHYS-102033	319
3.216. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen (NF) - M-PHYS-102037	320
3.217. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen - M-PHYS-102035	321
3.218. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen - M-PHYS-102034	322
3.219. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen (NF) - M-PHYS-102038	323
3.220. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen - M-PHYS-102036	324
3.221. Theoretische Teilchenphysik II, ohne Übungen - M-PHYS-102048	325
3.222. Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen - M-PHYS-102046	326
3.223. Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen (NF) - M-PHYS-102044	327
3.224. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen - M-PHYS-102054	328
3.225. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen (NF) - M-PHYS-102052	330
3.226. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen - M-PHYS-102053	331
3.227. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen (NF) - M-PHYS-102051	333
3.228. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen - M-PHYS-103331	334
3.229. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen - M-PHYS-102313	336
3.230. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen (NF) - M-PHYS-102314	338
3.231. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen - M-PHYS-102308	340
3.232. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen (NF) - M-PHYS-102312	342
3.233. Theorie des Magnetismus II - M-PHYS-102985	344
3.234. Theorie des Magnetismus, mit Übungen - M-PHYS-105381	345
3.235. Theorie des Magnetismus, mit Übungen (NF) - M-PHYS-105385	346
3.236. Theorie seismischer Wellen - M-PHYS-102367	347
3.237. Theorie seismischer Wellen (NF) - M-PHYS-102657	348
3.238. Theorie stark korrelierter Elektronensysteme - M-PHYS-106056	349
3.239. Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen - M-PHYS-105942	350
3.240. Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen (NF) - M-PHYS-105943	351
3.241. Überfachliche Qualifikationen - M-PHYS-101394	352
3.242. X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum - M-PHYS-105555	353
3.243. X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum (NF) - M-PHYS-105557	355
3.244. X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, ohne Übungen und ohne Praktikum - M-PHYS-105556	357
3.245. X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum - M- PHYS-105558	359
3.246. X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum (NF) - M-PHYS-105560	360
3.247. X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, ohne Übungen und ohne Praktikum - M-PHYS-105559	361
4. Teilleistungen	362
4.1. Advanced Numerical Weather Prediction - T-PHYS-111429	362
4.2. Allgemeine Relativitätstheorie - T-PHYS-102395	363
4.3. Allgemeine Relativitätstheorie (NF) - T-PHYS-102446	364
4.4. Allgemeine Relativitätstheorie II - T-PHYS-106678	365
4.5. Allgemeine Relativitätstheorie II (NF) - T-PHYS-106679	366
4.6. Astroteilchenphysik I - T-PHYS-102432	367
4.7. Astroteilchenphysik I (NF) - T-PHYS-104379	368
4.8. Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos - T-PHYS-111343	369
4.9. Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos (NF) - T-PHYS-111344	370
4.10. Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen - T-PHYS-111346	371
4.11. Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-111345	372
4.12. Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen - T-PHYS-105108	373
4.13. Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-106317	374
4.14. Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen - T-PHYS-102382	375
4.15. Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-104380	376

4.16. Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen - T-PHYS-105110	377
4.17. Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-106319	378
4.18. Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen - T-PHYS-102498	379
4.19. Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-104383	380
4.20. Atmospheric Aerosols - T-PHYS-111418	381
4.21. Atmospheric Radiation - T-PHYS-111419	382
4.22. Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen - T-PHYS-109904	383
4.23. Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-109903	384
4.24. Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen - T-PHYS-109905	385
4.25. Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-109906	386
4.26. Climate Modeling & Dynamics with ICON - T-PHYS-111412	387
4.27. Cloud Physics - T-PHYS-111416	388
4.28. Computational Condensed Matter Physics - T-PHYS-109895	389
4.29. Computational Condensed Matter Physics (NF) - T-PHYS-109894	390
4.30. Computational Methods for Particle Physics and Cosmology - T-PHYS-112378	391
4.31. Computational Methods for Particle Physics and Cosmology (NF) - T-PHYS-112379	392
4.32. Computational Photonics, with ext. Exercises - T-PHYS-103633	393
4.33. Computational Photonics, with ext. Exercises (NF) - T-PHYS-106132	394
4.34. Computational Photonics, without ext. Exercises - T-PHYS-106131	395
4.35. Computational Photonics, without ext. Exercises (NF) - T-PHYS-106326	396
4.36. Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen - T-PHYS-102378	397
4.37. Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-102431	398
4.38. Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen - T-PHYS-104453	399
4.39. Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-104454	400
4.40. Dynamik des Standardmodells, mit Übungen - T-PHYS-110878	401
4.41. Dynamik des Standardmodells, mit Übungen (NF) - T-PHYS-110879	402
4.42. Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten - T-PHYS-102480	403
4.43. Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen - T-PHYS-105963	404
4.44. Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen (NF) - T-PHYS-106322	405
4.45. Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen - T-PHYS-105962	406
4.46. Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen (NF) - T-PHYS-106321	407
4.47. Einführung in die Kosmologie - T-PHYS-102384	408
4.48. Einführung in die Kosmologie (NF) - T-PHYS-102433	409
4.49. Einführung in die Theoretische Kosmologie - T-PHYS-109887	410
4.50. Einführung in die Theoretische Kosmologie (NF) - T-PHYS-109888	411
4.51. Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen - T-PHYS-104536	412
4.52. Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-104791	413
4.53. Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen - T-PHYS-104792	414
4.54. Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-104793	415
4.55. Einführung in die Vulkanologie, Prüfung - T-PHYS-103644	416
4.56. Einführung in die Vulkanologie, Studienleistung - T-PHYS-103553	417
4.57. Elektronenmikroskopie I, mit Übungen - T-PHYS-105965	418
4.58. Elektronenmikroskopie I, mit Übungen (NF) - T-PHYS-105968	419
4.59. Elektronenmikroskopie I, ohne Übungen - T-PHYS-105967	420
4.60. Elektronenmikroskopie II, mit Übungen - T-PHYS-102349	421
4.61. Elektronenmikroskopie II, mit Übungen (NF) - T-PHYS-106306	422
4.62. Elektronenmikroskopie II, ohne Übungen - T-PHYS-105817	423
4.63. Elektronik für Physiker - T-PHYS-104479	424
4.64. Elektronik für Physiker (NF) - T-PHYS-104480	425
4.65. Elektronik für Physiker: Analogelektronik - T-PHYS-104475	426
4.66. Elektronik für Physiker: Analogelektronik (NF) - T-PHYS-104476	427
4.67. Elektronik für Physiker: Digitalelektronik - T-PHYS-104477	428
4.68. Elektronik für Physiker: Digitalelektronik (NF) - T-PHYS-104478	429
4.69. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen - T-PHYS-102577	430
4.70. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen (NF) - T-PHYS-102575	431
4.71. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen - T-PHYS-102578	432
4.72. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen - T-PHYS-104422	433
4.73. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen (NF) - T-PHYS-104420	434
4.74. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen - T-PHYS-104423	435
4.75. Energetics - T-PHYS-111417	436

4.76. Energy Meteorology - T-PHYS-111428	437
4.77. Exam on Selected Topics in Meteorology (Second Major) - T-PHYS-109380	438
4.78. Experimentelle Biophysik II, mit Seminar - T-PHYS-102532	439
4.79. Experimentelle Biophysik II, mit Seminar (NF) - T-PHYS-102533	440
4.80. Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar - T-PHYS-104471	441
4.81. Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar (NF) - T-PHYS-104472	442
4.82. Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen - T-PHYS-110880	443
4.83. Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen (NF) - T-PHYS-110882	444
4.84. Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, ohne Übungen - T-PHYS-110881	445
4.85. Festkörperspektroskopie, mit Übungen - T-PHYS-110292	446
4.86. Field Theories of Condensed Matter: Conformal Field Theory - T-PHYS-109320	447
4.87. Flavour Physics in the Standard Model and beyond - T-PHYS-110281	448
4.88. Full-waveform inversion - T-PHYS-109272	449
4.89. Geological Hazards and Risk - T-PHYS-103525	450
4.90. Geological Hazards and Risk, unbenotet - T-PHYS-110713	451
4.91. Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane, Prüfung - T-PHYS-103674	452
4.92. Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane, Studienleistung - T-PHYS-103572	453
4.93. Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, Prüfung - T-PHYS-103673	454
4.94. Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, Studienleistung - T-PHYS-103571	455
4.95. Grundlagen der Nanotechnologie I - T-PHYS-102529	456
4.96. Grundlagen der Nanotechnologie I (NF) - T-PHYS-102528	457
4.97. Grundlagen der Nanotechnologie II - T-PHYS-102531	458
4.98. Grundlagen der Nanotechnologie II (NF) - T-PHYS-102530	459
4.99. Halbleiterphysik, mit Übungen - T-PHYS-102343	460
4.100. Halbleiterphysik, mit Übungen (NF) - T-PHYS-102301	461
4.101. Halbleiterphysik, ohne Übungen - T-PHYS-104590	462
4.102. Hauptseminar: Advanced Topics in Quantum Field Theory and Physics Beyond the Standard - T-PHYS-111324 ..	463
4.103. Hauptseminar: Aktuelle Experimente der Quantenphysik - T-PHYS-109971	464
4.104. Hauptseminar: Astroteilchenphysik - T-PHYS-110293	465
4.105. Hauptseminar: Basisgrößen und Basiseinheiten: Nicht Raten - Messen! - T-PHYS-111451	466
4.106. Hauptseminar: Dem Rätsel der Dunklen Materie auf der Spur - T-PHYS-112236	467
4.107. Hauptseminar: Experimentelle und Theoretische Methoden der Teilchenphysik - T-PHYS-106525	468
4.108. Hauptseminar: General Relativity - T-PHYS-106126	469
4.109. Hauptseminar: General Relativity II - T-PHYS-109974	470
4.110. Hauptseminar: Higgs meets Flavour - T-PHYS-110830	471
4.111. Hauptseminar: Hydrodynamics in Classical and Quantum Fluids - T-PHYS-111323	472
4.112. Hauptseminar: Konformationsdynamik in Biomolekülen - T-PHYS-104544	473
4.113. Hauptseminar: Lichtoptische Nanoskopie - T-PHYS-104560	474
4.114. Hauptseminar: Low Energy Particle Physics (Belle II, LUXE) - T-PHYS-111864	475
4.115. Hauptseminar: Moderne Teilchenbeschleuniger und Forschung mit Photonen - T-PHYS-106129	476
4.116. Hauptseminar: Nano-Optik - T-PHYS-111862	477
4.117. Hauptseminar: Neutronen- und Röntgenstrahlung in der Festkörperphysik - T-PHYS-109977	478
4.118. Hauptseminar: Optoelektronik - Grundlagen und Bauelemente - T-PHYS-105789	479
4.119. Hauptseminar: Physik jenseits des Standardmodells - T-PHYS-111452	480
4.120. Hauptseminar: Quantenoptik - T-PHYS-106523	481
4.121. Hauptseminar: Quantum Phase Transitions - T-PHYS-111889	482
4.122. Hauptseminar: Spezielle Relativitätstheorie - T-PHYS-105793	483
4.123. Hauptseminar: Supraleitung - von den Grundlagen zur Anwendung - T-PHYS-111014	484
4.124. Hauptseminar: Teilchenphysik - T-PHYS-112235	485
4.125. Hauptseminar: Teilchenphysik bei höchster Energie am LHC - T-PHYS-107566	486
4.126. Hauptseminar: Teilchenphysik jenseits des Standardmodells - T-PHYS-111863	487
4.127. Hauptseminar: Teilchenphysik und Experimentelle Methoden - T-PHYS-105791	488
4.128. Hauptseminar: Topology in Condensed Matter Systems - T-PHYS-110829	489
4.129. Hauptseminar: Virtuelles Materialdesign - T-PHYS-111865	490
4.130. Induced Seismicity, Prüfung - T-PHYS-103677	491
4.131. Induced Seismicity, Studienleistung - T-PHYS-103575	492

4.132. Integrated Atmospheric Measurements - T-PHYS-111423	493
4.133. Inversion & Tomographie - T-PHYS-104737	494
4.134. Inversion & Tomographie (NF) - T-PHYS-105572	495
4.135. Klassische Theorie der Eichfelder - T-PHYS-111943	496
4.136. Masterarbeit - T-PHYS-104370	497
4.137. Mathematische Methoden der Theoretischen Physik - T-PHYS-111116	498
4.138. Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (NF) - T-PHYS-111117	499
4.139. Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) - T-PHYS-111704	500
4.140. Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) (NF) - T-PHYS-111705	501
4.141. Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, mit erw. Übungen - T-PHYS-102376	502
4.142. Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-105106	503
4.143. Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen - T-PHYS-105105	504
4.144. Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-106327	505
4.145. Methods of Data Analysis - T-PHYS-111426	506
4.146. Middle Atmosphere in the Climate System - T-PHYS-111413	507
4.147. Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen - T-PHYS-102495	508
4.148. Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-102496	509
4.149. Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen - T-PHYS-102494	510
4.150. Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-102497	511
4.151. Moderne Methoden der Spektroskopie: Anwendungen in der Astroteilchenphysik - T-PHYS-112237	512
4.152. Molekulare Elektronik - T-PHYS-109305	513
4.153. Molekulare Elektronik (NF) - T-PHYS-109306	514
4.154. Molekülspektroskopie - T-CHEMBIO-104639	515
4.155. Monte Carlo Ereignisgeneratoren - T-PHYS-109892	516
4.156. Monte Carlo Ereignisgeneratoren (NF) - T-PHYS-109893	517
4.157. Nanomaterials, mit Übungen - T-PHYS-110285	518
4.158. Nanomaterials, mit Übungen (NF) - T-PHYS-110286	519
4.159. Nanomaterials, ohne Übungen - T-PHYS-110288	520
4.160. Nano-Optics - T-PHYS-102282	521
4.161. Nano-Optics (NF) - T-PHYS-102360	522
4.162. Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells - T-PHYS-111115	523
4.163. Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells (NF) - T-PHYS-111196	524
4.164. Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells, ohne Übungen - T-PHYS-111703	525
4.165. Nonlinear Optics - T-ETIT-101906	526
4.166. Non-supersymmetric Extensions of the Standard Model (NF) - T-PHYS-111277	527
4.167. Oberflächenphysik, mit Übungen - T-PHYS-102512	528
4.168. Oberflächenphysik, mit Übungen (NF) - T-PHYS-102510	529
4.169. Oberflächenphysik, ohne Übungen - T-PHYS-102513	530
4.170. Ocean-Atmosphäre Interactions - T-PHYS-111414	531
4.171. Particle Physics with Extra Dimensions - T-PHYS-112244	532
4.172. Photovoltaik - T-ETIT-101939	533
4.173. Physics of Planetary Atmospheres - T-PHYS-109177	534
4.174. Physik der Lithosphäre, Prüfung - T-PHYS-103678	535
4.175. Physik der Lithosphäre, Studienleistung - T-PHYS-103574	536
4.176. Physik der Quanteninformation - T-PHYS-109898	537
4.177. Physik der Quanteninformation (NF) - T-PHYS-109900	538
4.178. Physik seismischer Messinstrumente - T-PHYS-104727	539
4.179. Physik seismischer Messinstrumente (NF) - T-PHYS-105567	540
4.180. Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum - T-PHYS-102479	541
4.181. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 1 TL, 8 LP ben - T-PHYS-104384	542
4.182. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 2 TL, 4 LP ben - T-PHYS-106222	543
4.183. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 2 TL, 4 LP ben - T-PHYS-106221	544
4.184. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TL, 2 LP ben - T-PHYS-106225	545
4.185. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TL, 3 LP ben - T-PHYS-106223	546
4.186. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TL, 3 LP ben - T-PHYS-106224	547
4.187. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben - T-PHYS-106226	548
4.188. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben - T-PHYS-106227	549
4.189. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben - T-PHYS-106228	550
4.190. Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben - T-PHYS-106229	551
4.191. Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen - T-PHYS-111279	552

4.192. Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen (NF) - T-PHYS-111281	553
4.193. Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, ohne Übungen - T-PHYS-111280	554
4.194. Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie: Quantenkritikalität - T-PHYS-111119	555
4.195. Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie: Quantenkritikalität (NF) - T-PHYS-111120	556
4.196. Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen - T-PHYS-108478	557
4.197. Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen (NF) - T-PHYS-108479	558
4.198. Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, ohne Übungen - T-PHYS-108480	559
4.199. Quantum Detectors and Sensors - T-PHYS-112582	560
4.200. Quantum Detectors and Sensors (NF) - T-PHYS-112583	561
4.201. Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, mit Übungen - T-PHYS-110874	562
4.202. Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, mit Übungen (NF) - T-PHYS-110876	563
4.203. Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, ohne Übungen - T-PHYS-110875	564
4.204. Reflexionsseismisches Processing - T-PHYS-104735	565
4.205. Reflexionsseismisches Processing (NF) - T-PHYS-105568	566
4.206. Remote Sensing of Atmosphere and Ocean - T-PHYS-111424	567
4.207. Seismic Data Processing, Coursework - T-PHYS-108686	568
4.208. Seismic Data Processing, Final Report (graded) - T-PHYS-108656	569
4.209. Seismic Data Processing, final report (ungraded) - T-PHYS-108657	570
4.210. Seismology - T-PHYS-110603	571
4.211. Seismology (NF) - T-PHYS-110604	572
4.212. Selbstverbuchung-MScPhysik-benotet - T-PHYS-111562	573
4.213. Selbstverbuchung-MScPhysik-unbenotet - T-PHYS-111565	574
4.214. Seminar on IPCC Assessment Report - T-PHYS-111410	575
4.215. Solid State Quantum Computing - T-PHYS-111118	576
4.216. Solid State Quantum Computing, mit Übungen - T-PHYS-111804	577
4.217. Solid State Quantum Computing, mit Übungen (NF) - T-PHYS-111805	578
4.218. Solid State Quantum Technologies - T-PHYS-109890	579
4.219. Solid State Quantum Technologies - T-PHYS-109889	580
4.220. Solid-State Optics, ohne Übungen - T-PHYS-104773	581
4.221. Solid-State Optics, ohne Übungen (NF) - T-PHYS-104774	582
4.222. Spezialisierungsphase - T-PHYS-102481	583
4.223. Spintransport in Nanostrukturen - T-PHYS-104586	584
4.224. Spintransport in Nanostrukturen (NF) - T-PHYS-110858	585
4.225. Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen - T-PHYS-111293	586
4.226. Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen (NF) - T-PHYS-111294	587
4.227. Supraleiter-Nanostrukturen - T-PHYS-104513	588
4.228. Supraleiter-Nanostrukturen (NF) - T-PHYS-109621	589
4.229. Symmetrien und Gruppen - T-PHYS-104596	590
4.230. Symmetrien und Gruppen (NF) - T-PHYS-104597	591
4.231. Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien - T-PHYS-102393	592
4.232. Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien (NF) - T-PHYS-102444	593
4.233. Teilchenphysik I - T-PHYS-102369	594
4.234. Teilchenphysik I (NF) - T-PHYS-102488	595
4.235. Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen - T-PHYS-104783	596
4.236. Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-106316	597
4.237. Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen - T-PHYS-102371	598
4.238. Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-102424	599
4.239. Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen - T-PHYS-111950	600
4.240. Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-111951	601
4.241. Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen - T-PHYS-111948	602
4.242. Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-111949	603
4.243. Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen - T-PHYS-108474	604
4.244. Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-108475	605
4.245. Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen - T-PHYS-108472	606
4.246. Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-108473	607
4.247. Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen - T-PHYS-108470	608
4.248. Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen (NF) - T-PHYS-108471	609
4.249. Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen - T-PHYS-108468	610

4.250. Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen (NF) - T-PHYS-108469	611
4.251. The ABC of DFT - T-PHYS-105960	612
4.252. Theoretical Nanooptics - T-PHYS-104587	613
4.253. Theoretical Nanooptics (NF) - T-PHYS-106311	614
4.254. Theoretical Quantum Optics - T-PHYS-110303	615
4.255. Theoretical Quantum Optics (NF) - T-PHYS-110884	616
4.256. Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar - T-PHYS-102365	617
4.257. Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar (NF) - T-PHYS-102420	618
4.258. Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar - T-PHYS-104473	619
4.259. Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar (NF) - T-PHYS-104474	620
4.260. Theoretische Optik - T-PHYS-104578	621
4.261. Theoretische Optik - Vorleistung - T-PHYS-102305	622
4.262. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen - T-PHYS-102544	623
4.263. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen (NF) - T-PHYS-102540	624
4.264. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen - T-PHYS-102546	625
4.265. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen - T-PHYS-102545	626
4.266. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen (NF) - T-PHYS-102541	627
4.267. Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen - T-PHYS-102547	628
4.268. Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen - T-PHYS-102552	629
4.269. Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen (NF) - T-PHYS-102548	630
4.270. Theoretische Teilchenphysik II, ohne Übungen - T-PHYS-102554	631
4.271. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen - T-PHYS-102559	632
4.272. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen (NF) - T-PHYS-102557	633
4.273. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen - T-PHYS-102558	634
4.274. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen (NF) - T-PHYS-102556	635
4.275. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen - T-PHYS-106676	636
4.276. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen - T-PHYS-104591	637
4.277. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen (NF) - T-PHYS-104592	638
4.278. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen - T-PHYS-102560	639
4.279. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen (NF) - T-PHYS-102562	640
4.280. Theorie des Magnetismus II - T-PHYS-105961	641
4.281. Theorie des Magnetismus, mit Übungen - T-PHYS-110869	642
4.282. Theorie des Magnetismus, mit Übungen (NF) - T-PHYS-110873	643
4.283. Theorie seismischer Wellen - T-PHYS-104736	644
4.284. Theorie seismischer Wellen (NF) - T-PHYS-105571	645
4.285. Theorie stark korrelierter Elektronensysteme - T-PHYS-112245	646
4.286. Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen - T-PHYS-112018	647
4.287. Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen (NF) - T-PHYS-112019	648
4.288. Tropical Meteorology - T-PHYS-111411	649
4.289. Turbulent Diffusion - T-PHYS-111427	650
4.290. X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum - T-PHYS-111156	651
4.291. X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum (NF) - T-PHYS-111158	652
4.292. X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, ohne Übungen und ohne Praktikum - T-PHYS-111157	653
4.293. X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum - T- PHYS-111159	654
4.294. X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum (NF) - T-PHYS-111161	655
4.295. X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, ohne Übungen und ohne Praktikum - T-PHYS-111160	656

1 Masterstudiengang Physik

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) hat sich im Rahmen der Umsetzung des Bologna-Prozesses zum Aufbau eines Europäischen Hochschulraumes zum Ziel gesetzt, dass am Abschluss der Studierendenausbildung am KIT in der Regel der Mastergrad steht. Die am KIT angebotenen Bachelor- und Masterstudiengänge werden daher als Gesamtkonzept mit konsekutivem Curriculum angesehen. Der Masterstudiengang Physik baut somit auf dem Bachelorstudiengang Physik auf.

Das Fach Physik gehört zu den klassischen Naturwissenschaften. Ein Studium der Physik ist zunächst auf eine wissenschaftliche Tätigkeit als Physiker/in hin ausgerichtet, die an universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen und in der Industrie durchgeführt wird. In Bezug auf die Wissenschaft stellt das Masterstudium der Physik am KIT unmittelbar den Kontakt zum primären Arbeitsfeld dar. Dies wird im Studium durch fast ausschließlich forschungsbezogene Vorlesungsinhalte zu aktuellen Forschungsthemen, sowie durch die Masterarbeit sichergestellt. Das Berufsfeld für Physiker/innen ist jedoch nicht auf naturwissenschaftliche Forschung beschränkt, sondern Physiker/innen werden in der Gesellschaft breit eingesetzt. Dies ist auf die zentrale Kompetenz zurückzuführen, dass in der Physik Problemstellungen analysiert, modelliert und nach wissenschaftlichen Standards gelöst werden – eine Fähigkeit, die breit einsetzbar ist und die im Vordergrund der Ausbildung steht.

Der konsekutive Masterstudiengang Physik hat – unter Beibehaltung einer großen fachlichen Breite – einen stark vertiefenden und profilbildenden Charakter. Dies wird durch vielfältige Wahlmöglichkeiten im Bereich der physikalischen Schwerpunkt-, Ergänzungs- und Nebenfächer ermöglicht. Von zentraler Bedeutung ist auch die Masterarbeit, die durch eine Einführung in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten und eine Spezialisierungsphase vorbereitet wird. Das Masterstudium kann weitgehend nach individuellen Neigungen und Fähigkeiten ausgerichtet werden. Die Anforderungen des Masterstudiengangs Physik setzen eine solide physikalische Grundausbildung voraus, wie sie im Rahmen eines Bachelorstudiums Physik erworben wird. Fehlende Grundlagen können nur in freiwilligen Zusatzstudien erworben werden. Demzufolge haben sich die Studiendekane des Landes Baden-Württemberg auf Anforderungen für Inhalt und Umfang eines Bachelorstudiengangs Physik geeinigt und die KIT-Fakultät für Physik hat eine entsprechende Zugangssatzung für den Masterstudiengang erlassen.

1.1 Qualifikationsziele

1.1.1 Qualifikationsziele des Studiengangs

Die Absolvent/inn/en des Masterstudienganges Physik kennen die wissenschaftlichen Grundlagen der experimentellen und theoretischen Physik und haben im Schwerpunkt-, Ergänzungs- und Physikalischen Nebenfach ihre Kenntnisse auf den aktuellen wissenschaftlichen Stand vertieft. Sie besitzen weiterführende Kenntnisse in einem aus einem Fächerkanon wählbaren nichtphysikalischen Wahlpflichtfach. Sie verfügen über die Fähigkeit, die vertieften Konzepte der theoretischen bzw. experimentellen Physik auf forschungsnahe Probleme anzuwenden und nach Lösungsstrategien zu suchen. Im experimentellen Bereich haben sie die Fähigkeit, aus gemessenen Daten auf Zusammenhänge zu schließen, Modelle zu formulieren und Vorhersagen abzuleiten. Absolvent/inn/en mit Vertiefung in der theoretischen Physik haben die Kenntnisse, komplexe Rechnungen durchzuführen und die Resultate im Rahmen der betrachteten Theorie zu interpretieren. Auf der Grundlage des erworbenen Wissens ordnen sie Sachverhalte und Themengebiete fachgerecht ein. Die Absolvent/inn/en beherrschen außerdem das Zusammenfassen von wissenschaftlichen Ergebnissen und Forschungsergebnissen in Schrift und Wort und deren didaktisch ansprechende Präsentation. Der erfolgreiche Abschluss des Studienganges ermöglicht eine Tätigkeit in verschiedenen beruflichen Bereichen, wie der universitären und industriellen Forschung und Entwicklung, der Datenanalyse und Optimierung von Prozessen sowie der Programmierung und Hardwareanwendung. Außerdem haben die Absolvent/inn/en die Voraussetzungen erworben, um ein Promotionsstudium in Physik zu beginnen.

Am KIT wird besonderer Wert auf eine forschungsnahe Lehre gelegt. Im Masterbereich haben die Studierenden eine große Wahlmöglichkeit, sich nach Ihren Interessen zu spezialisieren und engen Kontakt zur Forschung im Hochschulbereich sowie im Großforschungsbereich zu gelangen.

Die Kombination des Bachelor- und Masterstudiengangs ist äquivalent zum früheren Diplomstudiengang. Die Definition der allgemeinen Qualifikationsziele auf Studiengangsebene des Bachelors und Masters in Physik wird in der „Konferenz der Fachbereiche Physik“ deutschlandweit und mit Rücksicht auf die internationale Lehr- und Forschungslandschaft koordiniert, um einen Wechsel während des Studiums innerhalb Deutschlands zu ermöglichen und ein international definiertes Berufsfeld zu sichern.

1.1.2 Qualifikationsziele der einzelnen Fächer

1.1.2.1 Physikalisches Schwerpunkt-, Ergänzungs- und Nebenfach

Die Studierenden entscheiden selbst über die Schwerpunkte in ihrem Masterstudium und vertiefen ihr Wissen in ausgewählten Fächern. Durch die forschungsnahe Ausbildung erhalten sie Kenntnisse, die sie in die Lage versetzt selbstständig aktuelle Forschungsthemen zu bearbeiten. Schwerpunkt-, Ergänzungs- und Nebenfach müssen aus verschiedenen Themenfeldern gewählt werden. Dies ermöglicht es den Studierenden, tiefere Einblicke in dem Gebiet zu erhalten, das im Fokus des Interesses steht, ohne dass die Breite darunter leidet. Die Studierenden lernen, sich mit forschungsnahen Fragestellungen auseinanderzusetzen und die aktuelle Literatur zu verwenden, um nach Lösungsansätzen zu suchen. Sie eignen sich moderne Messmethoden an und lernen Rechentechniken kennen, die zur Bearbeitung der Masterarbeit benötigt werden.

1.1.2.2 Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach

Das nichtphysikalische Wahlpflichtfach mathematischer, naturwissenschaftlicher oder ingenieurwissenschaftlicher Richtung kann aus den Veranstaltungen anderer Fakultäten gewählt werden. Hier werden fachliche Kompetenzen aus benachbarten Disziplinen erlernt, auch um vielfältige Möglichkeiten auf dem Arbeitsmarkt zu eröffnen.

1.1.2.3 Fortgeschrittenenpraktikum

Im Fortgeschrittenenpraktikum werden moderne experimentelle Methoden und Techniken erlernt. Die Studierenden beherrschen fortgeschrittene Fähigkeiten bei Versuchsaufbau, Messung und Auswertung der Messdaten.

1.1.2.4 Hauptseminar

Die Studierenden eignen sich Präsentationstechniken anhand eines eigenen Vortrags sowie der Vorträge der anderen Teilnehmer an. Sie erlernen das selbstständige Sammeln von wissenschaftlichem Material, die korrekte Zitationstechnik, die Auswahl des Stoffes unter didaktischen Gesichtspunkten, die Gliederung des Vortrages, die ansprechende Gestaltung mithilfe moderner Präsentationsmedien, die eigentliche Präsentation und die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum.

1.1.2.5 Additive überfachliche Qualifikationen

Die Studierenden erwerben Kompetenzen jenseits der fachlichen Expertise. Module in den Bereichen Wissenschaftliches Englisch, Patentrecht, Projektmanagement, Tutorenprogramme, Wissenschaftliches Schreiben oder Wissenschaft in der Öffentlichkeit werden durch das House of Competence (HoC) und das Sprachenzentrum regelmäßig angeboten.

1.1.2.6 Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und Spezialisierungsphase

Im Fach „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“ erlernen die Studierenden grundlegende Arbeitsmethoden, die für erfolgreiche wissenschaftliche Forschung erforderlich sind. Die Arbeitsmethoden selbst sind dabei unabhängig vom jeweiligen Spezialgebiet, werden aber anhand einer konkreten Aufgabenstellung (Thema der Masterarbeit) geübt und erlernt. Die Studierenden werden dabei vom zukünftigen Betreuer bzw. von der zukünftigen Betreuerin der Masterarbeit angeleitet. Außerdem besuchen die Studierenden begleitend zu Ihrem Studium Seminare und Kolloquien aus dem Angebot der Physik und verschaffen sich so einen Überblick über aktuelle Forschungsthemen. Dabei lernen sie durch Teilnahme an Fachvorträge zu Spezialthemen, die nicht ihrem Spezialisierungsgebiet angehören, und durch geeignete Fragen an den Vortragenden ihre Kenntnisse zu erweitern.

Im Fach „Spezialisierungsphase“ bearbeitet der bzw. die Studierende selbstständig eine konkrete Aufgabenstellung, die im Zusammenhang mit der zukünftigen Masterarbeit steht. Dies kann z.B. die Durchführung von Messungen, die Erstellung eines Programms oder die Entwicklung eines theoretischen Ansatzes sein. Auf diese Weise erlernen die Studierenden wesentliche Arbeitstechniken für die Bearbeitung ihrer Masterarbeit, die spezifisch für das jeweilige Spezialisierungsgebiet sind. Die Studierenden werden auch dabei vom zukünftigen Betreuer bzw. von der zukünftigen Betreuerin der Masterarbeit angeleitet. Begleitend besuchen die Studierenden das Seminar des Forschungsbereichs, in dem sie ihre Masterarbeit anfertigen werden. Hier können sie auch die von ihnen durchgeführten Arbeiten und Ergebnisse zur kritischen Diskussion stellen. Sie lernen dabei, ihre eigenen Arbeiten vor Dritten zu präsentieren und Anregungen aus der wissenschaftlichen Diskussion für die weitere Vorgehensweise aufzunehmen.

1.1.2.7 Masterarbeit

Die Masterarbeit ist neben dem Schwerpunkt-, dem Ergänzung- und dem Nebenfach zentraler Bestandteil der Profilbildung und Vertiefung. Im Rahmen einer Masterarbeit erwirbt der bzw. die Studierende die Fähigkeit, ein wissenschaftliches Problem selbstständig zu analysieren, geeignete Lösungen zu entwickeln, die Ergebnisse zu interpretieren und die wesentlichen Resultate mittels einer Niederschrift entsprechend darzustellen. Außerdem werden überfachliche Qualifikationen wie geplantes, zielführendes Arbeiten, Messtechnik, Protokollführung, Teamarbeit und Teamverantwortung erworben. Die Masterarbeit wird durch die Einführung in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten und die Spezialisierungsphase vorbereitet.

1.1.3 Leistungspunkte-System

Die Leistungspunkte werden auf Modulebene einzeln definiert. Dabei entspricht einem ECTS- (European Credit Transfer System) oder Leistungspunkt ca. 30 Stunden Zeitaufwand. Der Zeitaufwand ist im einzelnen aufgeschlüsselt nach reiner Präsenz-, Vor- und Nachbereitungszeit für Vorlesungen, Übungen und Tutorien sowie die Vorbereitung auf eventuell dazugehörige Prüfungen.

1.2 Studienplan für den Masterstudiengang Physik

1.2.1 Einleitung

Die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudienganges Physik (SPO MA Physik) sieht zum erfolgreichen Abschluss des Studiums den Erwerb von 120 ECTS-Punkten vor. Zur Qualitätssicherung dient eine obligatorische Masterarbeit, mit einer Bearbeitungszeit von 6 Monaten; sie wird mit 30 ECTS-Punkten bewertet. Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester einschließlich der Masterarbeit. Mit bestandener Masterprüfung wird der akademische Grad „Master of Science (M. Sc.)“ durch das Karlsruher Institut für Technologie verliehen.

Im Folgenden wird ein Überblick über den Ablauf des Masterstudienganges Physik gegeben. Die expliziten Durchführungsregelungen des Studienganges und der Prüfungen finden sich in der Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Physik vom 1. Oktober 2008 und der Änderungsatzung vom 21. April 2011 (siehe Amtliche Bekanntmachungen der Universität Karlsruhe (TH) vom 10. September 2008 und des KIT vom 21. April 2011 sowie der Studien- und Prüfungsordnung vom 6. August 2015; die Dokumente können über die Internetseite der Fakultät für Physik eingesehen werden). Bei Fragen zur Prüfungsordnung, zu Anerkennungen von Leistungen, zum Studieninhalt, oder zur Zulassung und Anmeldung von Prüfungen finden Sie auf dem Informationsblatt „Wer ist zuständig in Fragen zum Studium und in Prüfungsangelegenheiten“ (siehe schwarzes Brett oder Internetseite der Fakultät) den jeweiligen Ansprechpartner. Die detaillierten Beschreibungen der Lehrveranstaltungen und die jeweiligen Regeln der Leistungsüberprüfung finden Sie im Abschnitt „Übersicht über die einzelnen Module“.

1.2.2 Lehrveranstaltungen

a) Physikalisches Schwerpunkt-, Ergänzungs- und Nebenfach

Im Zentrum des Masterstudiums stehen eine Vertiefung und Spezialisierung der in einem Bachelorstudium erworbenen Grundkenntnisse und Methoden bei gleichzeitiger Wahrung der fachlichen Breite. Das Masterstudium kann weitgehend nach individuellen Neigungen und Fähigkeiten ausgerichtet werden. Dazu bietet die Fakultät eine Auswahl von sieben physikalischen Themenfeldern an, welche die Forschungsaktivitäten der Fakultät widerspiegeln. Die für die entsprechenden Veranstaltungen hauptsächlich verantwortlichen Institute werden im Folgenden in Klammern aufgeführt. Über aktuelle Forschungsschwerpunkte informieren die Internetseiten der einzelnen Institute.

Die Themenfelder sind gegliedert in den Bereich der experimentellen Physik (Bereich A): Kondensierte Materie (PI, AP), Nano-Physik (PI, AP, TKM, TFP), Optik und Photonik (AP, TFP), Teilchenphysik (ETP) und Astroteilchenphysik (ETP), und in den Bereich der theoretischen Physik (Bereich B): Theoretische Teilchenphysik (TTP, TP) sowie Theorie der Kondensierten Materie (TKM, TFP). Aus jeweils einem dieser Themenfelder werden das physikalische Schwerpunktfach im Umfang von 20 ECTS-Punkten, das physikalische Ergänzungsfach mit 14 ECTS-Punkten und das Nebenfach mit 8 ECTS-Punkten zusammengestellt. Mindestens ein Fach muss aus dem Bereich der theoretischen Physik bzw. aus dem Bereich der experimentellen Physik stammen. Ergänzungsfach oder Nebenfach können auch aus geeigneten Veranstaltungen der Geophysik oder der Meteorologie gewählt werden (Bereich C).

Die Fachnoten werden wie folgt gebildet: Nachdem in den entsprechenden Modulen die zugehörigen ECTS-Punkte durch die vereinbarten Erfolgskontrollen erworben worden sind, erfolgt im Fall des Schwerpunktfaches eine mündliche Einzelprüfung, bei der die Fachnote festgelegt wird. Das Hauptseminar (4 ECTS-Punkte, s.u.) kann zum Erfüllen der für das Schwerpunktfach benötigten 20 ECTS-Punkte verwendet werden, ist aber nicht Inhalt der mündlichen Prüfung. Im Fall des Ergänzungsfaches kann die Note mit Hilfe von Erfolgskontrollen wie beispielsweise mündlichen Prüfungen (Einzel- oder Gruppenprüfungen), kurzen Vorträgen (vorlesungsbegleitend oder blockartig am Ende des Semesters), kurzen schriftlichen Ausarbeitungen begrenzter Themen oder Klausuren ermittelt werden. Bei dem physikalischen Nebenfach erfolgt keine Benotung. Als Erfolgskontrollen sind neben den bereits aufgeführten auch die erfolgreiche Beteiligung an vorlesungsbegleitenden Übungen geeignet. Die Vorlesungen werden im experimentellen Bereich durch ein Praktikum in moderner Physik ergänzt.

b) Hauptseminar

Seit der SPO 2015 ist ein Hauptseminar im Umfang von 4 ECTS-Punkten in einem der drei Fächer Schwerpunkt-, Ergänzung-, oder Nebenfach zu wählen. Im Hauptseminar wird in einem der Themenfelder Fachwissen vertieft und insbesondere wissenschaftliche Präsentationstechniken erlernt. Das Hauptseminar ist unbenotet.

c) Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach

Das nichtphysikalische Wahlpflichtfach mathematischer, naturwissenschaftlicher oder ingenieurwissenschaftlicher Richtung (8 ECTS-Punkte) kann aus den Veranstaltungen anderer Fakultäten gewählt werden. Der Prüfungsausschuss veröffentlicht eine entsprechende Liste von pauschal genehmigten Modulen. Jedes Nichtphysikalische Wahlpflichtfach muss einen Umfang von mindestens 6 SWS haben, wovon mindestens 4 SWS Vorlesungen sein sollen. Andere geeignete Kombinationen aus der Mathematik oder Natur- und Ingenieurwissenschaftlichen Fächern können vom Prüfungsausschuss genehmigt werden.

d) Additive überfachliche Qualifikationen

Neben den integrativen überfachlichen Qualifikationen müssen additive überfachliche Qualifikationen im Umfang von 4 ECTS-Punkten erworben werden. Derzeit werden alle vom HoC und vom Sprachenzentrum angebotenen Veranstaltungen als additive überfachliche Qualifikationen genehmigt. Hiervon abweichende Module müssen vom Prüfungsausschuss explizit genehmigt werden.

e) Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten, Spezialisierungsphase und Masterarbeit

Die Masterarbeit, die im vierten Semester des Masterstudiums stattfindet, wird im dritten Semester durch eine Spezialisierungsphase und eine Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten vorbereitet. In beiden Fächern werden fundierte Grundlagen und (in integrativer Form) überfachliche Qualifikationen des „Wie treibt man Forschung“ vermittelt. Die Anmeldung zu den Modulen „Spezialisierungsphase“ und „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“ kann erst erfolgen nachdem die Modulprüfungen in folgenden Fächern erfolgreich abgelegt sind: Physikalisches Schwerpunktfach, Physikalisches Ergänzungsfach, Physikalisches Nebenfach, physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum, Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach. Die Anmeldung zur Spezialisierungsphase, zur Einführung in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten und zur Masterarbeit erfolgt im Prüfungssekretariat der KIT-Fakultät für Physik (Physikhochhaus, Zimmer 9/13). Vor Beginn der Spezialisierungsphase sollen alle anderen Prüfungen bestanden sein.

1.2.3 Anmeldung zu Leistungsüberprüfungen und Fachprüfungen

Zentrale online-Anmeldungen sind derzeit nicht möglich. Prüfungsanmeldungen erfolgen im Prüfungssekretariat der KIT-Fakultät für Physik.

Die erfolgreiche Teilnahme an Lehrveranstaltungen wird bei Bedarf über Bescheinigungen bestätigt, die der Dozent ausstellt.

1.2.4 Notenbildung

Die Gesamtnote der Masterprüfung errechnet sich aus einem mit Leistungspunkten gewichteten Notendurchschnitt des Schwerpunktfaches (20 ECTS-Punkte), des physikalischen Ergänzungsfaches (14 ECTS-Punkte), des nichtphysikalischen Wahlpflichtfaches (8 ECTS-Punkte) und der Masterarbeit (30 ECTS-Punkte).

1.2.5 Organisation der Fächer

- Schwerpunktfach (SF) 20 ECTS-Punkte
- Ergänzungsfach (EF) 14 ECTS-Punkte
- Nebenfach (NF) 8 ECTS-Punkte
- Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach (WPF) 8 ECTS-Punkte

Das Schwerpunktfach (SF), das Ergänzungsfach (EF) sowie das Nebenfach (NF) werden aus den Veranstaltungen der Fakultät für Physik zusammengestellt. Es gibt einige wenige Ausnahmen, die in der nachstehenden Liste mit extern gekennzeichnet sind.

Grundsätzlich gilt, dass die Studierenden sich erst im Laufe oder nach Abschluss des zweiten Semesters für die Aufteilung der besuchten Veranstaltungen in SF, EF und NF entscheiden müssen. Es müssen aber die nachfolgend aufgeführten, allgemeingültigen Regeln beachtet werden.

Das nichtphysikalische Wahlpflichtfach (WPF) mathematischer, natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Richtung wird aus Veranstaltungen anderer Fakultäten zusammengestellt. Abweichend von der oben genannten Positivliste von Veranstaltungen bzw. bewährten Kombinationen von Veranstaltungen können Studierende andere Veranstaltungen bzw. Kombinationen als WPF beantragen, die nach Prüfung durch den Prüfungsausschuss ggf. genehmigt werden. Vor Beginn des Studiums eines bisher nicht genehmigten Nebenfaches wird daher eine Beratung in der Sprechstunde des Prüfungsausschusses dringend empfohlen.

Schwerpunktfächer (SF)

Themenfelder Bereich A: Experimentelle Physik

- Kondensierte Materie
- Nanophysik
- Optik und Photonik
- Experimentelle Teilchenphysik
- Experimentelle Astroteilchenphysik

Themenfelder Bereich B: Theoretische Physik

- Theoretische Teilchenphysik
- Theorie der Kondensierten Materie

Bei den Schwerpunktfächern gibt es Veranstaltungen, die verpflichtend sind. Diese Pflichtveranstaltungen können dann durch die anderen für dieses Schwerpunktfach aufgeführten Veranstaltungen ergänzt werden.

Ergänzungsfächer (EF)

Ergänzungsfächer setzen sich aus Teilen der Themenfelder zusammen. Beispiele sind Halbleiterphysik und -optik, Experimentelle Teilchenphysik und Datenanalyse, Theoretische Teilchenphysik I und Supersymmetrie etc. Bei den Ergänzungsfächern kann es verpflichtende Veranstaltungen geben.

Nebenfach (NF)

Das Nebenfach besteht in der Regel aus einzelnen Veranstaltungen aus einem der Themenbereiche, z. B. Halbleiterphysik, Teilchenphysik I, Theoretische Teilchenphysik I etc.

Allgemeingültige Regeln für die Auswahl der Fächer und Modulkombinationen:

- Die Prüfenden im SF, EF, NF und WPF müssen verschieden sein.
- Mindestens ein Fach muss aus dem Bereich der Theoretischen Physik bzw. aus der Experimentellen Physik stammen. Falls nur ein einziges experimentelles Themenfeld gewählt wurde, ist es nicht möglich, die notwendigen ECTS-Punkte durch die in diesem Themenfeld gelisteten Theorie-Vorlesungen zu erwerben.
- Aus anderen Fakultäten stammende und stark physiknahe Vorlesungen (z.B. Nichtlineare Optik) können nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss zu einem Fach kombiniert werden.
- Geophysik oder Meteorologie können als EF oder NF (festgelegte Veranstaltungen) gewählt werden. Leistungen, die im Bachelorstudium als Teil des nichtphysikalischen Wahlpflichtfaches erbracht worden sind, können nicht ein weiteres Mal im Masterstudium verwendet werden.

- Für das nichtphysikalische Wahlpflichtfach (WPF) wird eine Positivliste erarbeitet, alle anderen Veranstaltungen sind zustimmungspflichtig.
- Die Regeln für die vorgeschriebenen Veranstaltungen der einzelnen Themenfelder müssen für das EF und SF individuell erfüllt sein.

1.2.6 Mobilität

Es besteht die Möglichkeit, ein Semester an einer ausländischen Hochschule zu studieren (Auslandssemester). Das Auslandssemester sollte vor der Anfertigung der Masterarbeit liegen. Die im Ausland erbrachten Studienleistungen werden anerkannt, falls sie mit dem Studienplan kompatibel sind. Zur Klärung der genauen Anerkennungsmodalitäten empfiehlt sich ein Beratungsgespräch mit dem Prüfungsausschuss

1.2.7 Berufspraktikum

Es besteht die Möglichkeit der Absolvierung eines Berufspraktikums vor Beginn des Moduls "Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten". Am besten eignet sich hierfür der Zeitraum nach dem zweiten Mastersemester oder nach Erbringung der Prüfungsleistungen im Schwerpunktfach, Ergänzungsfach, Nebenfach und nicht-physikalischen Wahlpflichtfach. Im Studienplan sind keine Berufspraktika vorgesehen. Das Finden von geeigneten Praktikumsplätzen liegt in der Eigenverantwortung der Studierenden. Es besteht auch die Möglichkeit einer Beurlaubung.

1.3 Graphische Darstellung des Studienplans

Sem	Physikalisches Schwerpunktfach und Masterarbeit	Physikalisches Ergänzungsfach	Physikalisches Nebenfach	Praktika	Nichtphysik. Wahlpfl.fach	Überfachliche Qualifikationen	LP
1	Module des Physik. Schwerpunktfachs 8	Module des Physik. Ergänzungsfachs 8	Module des Physik. Nebenfachs* 8	Fortgeschrittenenpraktikum* P4 6			30
2	Module des Physik. Schwerpunktfachs 12	Module des Physik. Ergänzungsfachs 6			Module des Nichtphysik. Wahlpfl.fachs* 8	ÜQ - überfachl. Qualifikationen* 4	30
3	Spezialisierungsphase 15 Einf. wiss. Arbeiten 15						30
4	Masterarbeit 30						30
Summe: 120							

* Das Physikalisches Nebenfach, das Fortgeschrittenenpraktikum, das Nichtphysikalische Wahlpflichtfach sowie die überfachlichen Qualifikationen werden sowohl im Sommer- als auch im Wintersemester angeboten und können je nach Vorliebe belegt werden. Überlast in einem Semester ist zu vermeiden.

Bereich A: Experimentelle Physik**Kondensierte Materie**

Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I (mit/ohne Übungen) <i>Electronic Properties of Solids I (with/without exercises)</i>	✓	WS	v4u1/v4u0	10/8	A	Ü
Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II (mit/ohne Übungen) <i>Electronic Properties of Solids II (with/without exercises)</i>		SS	v2u2/v2u0	8/4	B	Ü
Halbleiterphysik (mit/ohne Übungen) <i>Physics of Semiconductors (with/without exercises)</i>		SS	v4u1/v4u0	10/8	C	Ü
Elektronenmikroskopie I (mit/ohne Übungen) <i>Electron Microscopy I (with/without exercises)</i>	✓		v2u2/v2u0	8/4		Ü
Oberflächenphysik (mit/ohne Übungen) <i>Physics of Solid State Surfaces (with/without exercises)</i>			v4u1/v4u0	10/8	D	Ü
Solid-State Optics <i>Solid-State Optics</i>	✓	WS	v4	8	E	✓
weitere Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Festkörperspektroskopie (mit Übungen) <i>Solid-State Spectroscopy (with Exercises)</i>			v2u1	6		
Solid State Quantum Technologies <i>Solid State Quantum Technologies</i>			v2u2	8		✓
Solid State Quantum Computing (mit Übungen) <i>Solid State Quantum Computing (with Exercises)</i>			v2u2/v2u0	8/4		Ü
Supraleiter-Nanostrukturen <i>Superconducting Nanostructures</i>	✓		v2u1	6		✓
Spintransport in Nanostrukturen <i>Spin Transport in Nanostructures</i>			v2u1	6		✓
Nanomaterials (mit/ohne Übungen) <i>Nanomaterials (with/without Exercises)</i>		WS	v2u2/v2u0	8/4		Ü
Elektronenmikroskopie II (mit/ohne Übungen) <i>Electron Microscopy II (with/without exercises)</i>			v2u2/v2u0	8/4		Ü
Beschleunigerphysik (mit/ohne erw. Übungen) <i>Accelerator Physics (with/without ext. exercises)</i>	✓	WS	v4u1/v4u0	8/6		✓
X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures (mit/ohne Übungen und Praktikum) <i>X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures (with/without exercises and lab)</i>	✓	WS	v2u1p1/v2	8/4		Ü
Molekulare Elektronik <i>Molecular Electronics</i>			v2u1	6		✓

Schwerpunktfach (SF):

Vorgeschriebene Veranstaltungen sind **A oder C**: „Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I“ oder „Halbleiterphysik“

Ergänzungsfach (EF):

Vorgeschriebene Veranstaltungen: **mindestens eine** der Veranstaltungen **A, B, C, D, E**

Nebenfach (NF):

Alle Veranstaltungen, bei denen die Spalte **NF** mit ✓ markiert ist, können verwendet werden. Bei den mit Ü markierten Veranstaltungen nur die jeweilige Variante „mit Übungen“.

Nanophysik

Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Grundlagen der Nanotechnologie I <i>Basics of Nanotechnology I</i>	✓	WS	v2	4	A	✓
Grundlagen der Nanotechnologie II <i>Basics of Nanotechnology II</i>		SS	v2	4	B	✓
Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I (mit/ohne Übungen) <i>Electronic Properties of Solids I (with/without exercises)</i>	✓	WS	v4u1/v4u0	10/8	C	Ü
Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II (mit/ohne Übungen) <i>Electronic Properties of Solids II (with/without exercises)</i>		SS	v2u2/v2u0	8/4		Ü
Halbleiterphysik (mit/ohne Übungen) <i>Physics of Semiconductors (with/without exercises)</i>		SS	v4u1/v4u0	10/8	D	Ü
Oberflächenphysik (mit/ohne Übungen) <i>Physics of Solid State Surfaces (with/without exercises)</i>			v4u1/v4u0	10/8	E	Ü
Elektronenmikroskopie I (mit/ohne Übungen) <i>Electron Microscopy I (with/without exercises)</i>	✓		v2u2/v2u0	8/4		Ü
Nano-Optics <i>Nano-Optics</i>	✓	WS	v3u1	8		✓
weitere Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Experimentelle Biophysik II (mit/ohne Seminar) <i>Experimental Biophysics II (with/without seminar)</i>		SS	v4u2s2/v4u2	14/12	F	✓
Elektronenmikroskopie II (mit/ohne Übungen) <i>Electron Microscopy II (with/without exercises)</i>			v2u2/v2u0	8/4		Ü
X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures (mit/ohne Übungen und Praktikum) <i>X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures (with/without exercises and lab)</i>	✓	WS	v2u1p1/v2	8/4		Ü
Supraleiter-Nanostrukturen <i>Superconducting Nanostructures</i>	✓		v2u1	6		✓
Simulation nanoskaliger Systeme (mit/ohne Seminar) <i>Simulation of Nanoscale Systems (with/without seminar)</i>			v2u1s2/v2u1	8/6 (T)		✓
Theoretical Nanooptics <i>Theoretical Nanooptics</i>	✓		v2u1	6 (T)		✓
Spintransport in Nanostrukturen <i>Spin Transport in Nanostructures</i>			v2u1	6		✓
Nanomaterials (mit/ohne Übungen) <i>Nanomaterials (with/without Exercises)</i>		WS	v2u2/v2u0	8/4		Ü
Theoretische molekulare Biophysik (mit/ohne Seminar) <i>Theoretical Molecular Biophysics (with/without seminar)</i>	✓		v2u1s2/v2u1	8/6 (T)		✓
Theoretical Optics <i>Theoretical Optics</i>		SS	v2u1	6 (T)		✓
Physik der Quanteninformati on <i>Physics of Quantum Information</i>			v2u1	6 (T)		✓
Theoretical Quantum Optics <i>Theoretical Quantum Optics</i>			v2u1	6 (T)		
Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen (mit/ohne Übungen) <i>Quantum Optics at the Nano Scale: Basics and Applications (with/without exercises)</i>			v3u1/v3u0	8/6		Ü
Solid State Quantum Technologies <i>Solid State Quantum Technologies</i>			v2u2	8		✓
Computational Photonics (with/without ext. exercises) <i>Computational Photonics (with/without ext. exercises)</i>			v2u2/v2u1	8/6 (T)		✓
Computational Condensed Matter Physics <i>Computational Condensed Matter Physics</i>			v4u2	12 (T)		✓
Molekulare Elektronik <i>Molecular Electronics</i>			v2u1	6		✓

(T) Theorievorlesung – nicht geeignet, wenn „Nanophysik“ das einzige experimentelle Fach ist.

Schwerpunktfach (SF):

Vorgeschriebene Veranstaltungen sind

- **A und B:** „Grundlagen der Nanotechnologie I“ und „Grundlagen der Nanotechnologie II“
- **sowie eine** Veranstaltung aus **C, D, E, F**

Ergänzungsfach (EF):

Vorgeschriebene Veranstaltungen sind **A und B:** „Grundlagen der Nanotechnologie I“ und „Grundlagen der Nanotechnologie II“

Nebenfach (NF):

Alle Veranstaltungen, bei denen die Spalte **NF** mit ✓ markiert ist, können verwendet werden. Bei den mit **Ü** markierten Veranstaltungen nur die jeweilige Variante „mit Übungen“.

Optik und Photonik

Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Solid-State Optics <i>Solid-State Optics</i>	✓	WS	v4	8	A	✓
Nano-Optics <i>Nano-Optics</i>	✓	WS	v3u1	8		✓
Theoretical Optics <i>Theoretical Optics</i>		SS	v2u1	6 (T)	B	✓
Theoretical Nanooptics <i>Theoretical Nanooptics</i>	✓		v2u1	6 (T)		✓
Molekülspektroskopie (extern) <i>Molecular Spectroscopy (extern)</i>	✓	WS	v2u1	6	Ext.	
Nonlinear Optics (extern) <i>Nonlinear Optics (extern)</i>		SS	v2u2	6	Ext.	
Photovoltaik (extern) <i>Photovoltaics (extern)</i>		SS	v4u1	6	Ext.	
weitere Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures (mit/ohne Übungen und Praktikum) <i>X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures (with/without exercises and lab)</i>	✓	WS	v2u1p1/v2	8/4	C	Ü
X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography (mit/ohne Übungen und Praktikum) <i>X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography (with/without exercises and lab)</i>		SS	v2u1p1/v2	8/4	D	Ü
Experimentelle Biophysik II (mit/ohne Seminar) <i>Experimental Biophysics II (with/without seminar)</i>		SS	v4u2s2/v4u2	14/12	E	✓
Theoretical Quantum Optics <i>Theoretical Quantum Optics</i>	✓		v2u1	6 (T)	F	
Computational Photonics (with/without ext. exercises) <i>Computational Photonics (with/without ext. exercises)</i>			v2u2/v2u1	8/6 (T)	G	✓
Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen (mit/ohne Übungen) <i>Quantum Optics at the Nano Scale: Basics and Applications (with/without exercises)</i>			v3u1/v3u0	8/6	H	Ü

(T) Theorievorlesung – nicht geeignet, wenn „Optik und Photonik“ das einzige experimentelle Fach ist.

Schwerpunktfach (SF):

Vorgeschriebene Veranstaltungen sind **A und B**: „Solid-State Optics“ und „Theoretical Optics“

Ergänzungsfach (EF):

- **Maximal eine** Veranstaltung aus dem **externen Angebot** („Ext.“)
- **Maximal eine** Veranstaltung aus den **weiteren Veranstaltungen (C-H)**

Nebenfach (NF):

Alle Veranstaltungen, bei denen die Spalte **NF** mit ✓ markiert ist, können verwendet werden. Bei den mit Ü markierten Veranstaltungen nur die jeweilige Variante „mit Übungen“.

Experimentelle Teilchenphysik

Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Teilchenphysik I <i>Particle Physics I</i>	✓	WS	v3p2	8	A	✓
Moderne Methoden der Datenanalyse (mit/ohne erw. Übungen)* <i>Modern Methods of Data Analysis (with/without ext. exercises)</i>		SS	v2p4/v2p2	8/6	B	✓
Elektronik für Physiker <i>Electronics for Physicists</i>	✓	WS	v4p4	10	C	✓
Elektronik für Physiker: Analogelektronik <i>Electronics for Physicists: Analog Electronics</i>	✓	WS	v2p2	6	D	✓
Elektronik für Physiker: Digitalelektronik <i>Electronics for Physicists: Digital Electronics</i>	✓	WS	v2p2	6	E	✓
Beschleunigerphysik (mit/ohne erw. Übungen) <i>Accelerator Physics (with/without ext. exercises)</i>	✓	WS	v4u1/v4u0	8/6		✓
Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik (mit/ohne erw. Übungen) <i>Measurement Methods and Techniques in Experimental Physics (with/without ext. exercises)</i>			v2u1p2/v2u1	8/6		✓
Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik (mit/ohne erw. Übungen) <i>Detectors for Particle and Astroparticle Physics (with/without ext. exercises)</i>	✓	WS	v2p4/v2p2	8/6		✓
weitere Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Teilchenphysik II – Flavour-Physik (mit/ohne erw. Übungen) <i>Particle Physics II – Flavor Physics (with/without ext. exercises)</i>	✓	WS	v2u2/v2u1	8/6	F	✓
Teilchenphysik II – W, Z, Higgs am Collider (mit/ohne erw. Übungen) <i>Particle Physics II – W, Z, Higgs at Colliders (with/without ext. exercises)</i>		SS	v2u2/v2u1	8/6	G	✓
Teilchenphysik II – Top-Quarks und Jets am LHC (mit/ohne erw. Übungen) <i>Particle Physics II – Top Quarks and Jets at the LHC (with/without ext. exercises)</i>		SS	v2u2/v2u1	8/6	H	✓
Teilchenphysik II – Physik jenseits des Standardmodells (mit/ohne erw. Übungen) <i>Particle Physics II – Physics Beyond the Standard Model (with/without ext. exercises)</i>			v2u2/v2u1	8/6	I	✓
Computational Methods for Particle Physics and Cosmology <i>Computational Methods for Particle Physics and Cosmology</i>	✓		v2u1	6 (T)	J	---
Moderne Methoden der Spektroskopie: Anwendungen in der Astroteilchenphysik** <i>Modern Methods of Spectroscopy: Applications in Astroparticle Physics</i>	✓	WS SS	5 Tage Blockpraktikum	2		✓
Quantum Detectors and Sensors <i>Quantum Detectors and Sensors</i>	✓	WS	v3u1	8		✓

* nur anrechenbar, wenn nicht gleichzeitig „Methods of Data Analysis“ aus Meteorologie im EF/NF „Meteorologie“ verwendet wird.

** Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit einem Hauptseminar im Physikalischen Schwerpunktfach eingesetzt werden. Die gleiche Regelung gilt für das Physikalische Ergänzungsfach.

(T) Theorievorlesung – nicht geeignet, wenn „Experimentelle Teilchenphysik“ das einzige experimentelle Fach ist.

Schwerpunktfach (SF):

Vorgeschriebene Veranstaltungen sind

- A („Teilchenphysik I“)
- und eine aus F, G, H, I („Teilchenphysik II“)

Ergänzungsfach (EF):

Vorgeschrieben ist die Veranstaltung A („Teilchenphysik I“)

Nebenfach (NF):

Alle Veranstaltungen, bei denen die Spalte **NF** mit ✓ markiert ist, können verwendet werden

Zusätzliche Einschränkung:

Es kann **entweder C** („Elektronik für Physiker“) **oder eine aus D oder E** („Analogelektronik“ oder „Digitalelektronik“) als Bestandteil des SF, EF oder NF gewählt werden

Es kann **entweder B** („Moderne Methoden der Datenanalyse“) **oder J** („Computational Methods for Particle Physics and Cosmology“) als Bestandteil des SF oder EF gewählt werden

Experimentelle Astroteilchenphysik

Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Astroteilchenphysik I <i>Astroparticle Physics I</i>	✓	WS	v3u1	8	A	✓
Einführung in die Kosmologie <i>Introduction to Cosmology</i>	✓	WS	v2u1	6	B	✓
Moderne Methoden der Datenanalyse (mit/ohne erw. Übungen)* <i>Modern Methods of Data Analysis (with/without ext. exercises)</i>		SS	v2p4/v2p2	8/6	C	✓
Elektronik für Physiker <i>Electronics for Physicists</i>	✓	WS	v4p4	10	D	✓
Elektronik für Physiker: Analogelektronik <i>Electronics for Physicists: Analog Electronics</i>	✓	WS	v2p2	6	E	✓
Elektronik für Physiker: Digitalelektronik <i>Electronics for Physicists: Digital Electronics</i>	✓	WS	v2p2	6	F	✓
Beschleunigerphysik (mit/ohne erw. Übungen) <i>Accelerator Physics (with/without ext. exercises)</i>	✓	WS	v4u1/v4u0	8/6		✓
Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik (mit/ohne erw. Übungen) <i>Measurement Methods and Techniques in Experimental Physics (with/without ext. exercises)</i>			v2u1p2/v2u1	8/6		✓
Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik (mit/ohne erw. Übungen) <i>Detectors for Particle and Astroparticle Physics (with/without ext. exercises)</i>	✓	WS	v2p4/v2p2	8/6		✓
weitere Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Astroteilchenphysik II – Kosmische Strahlung (mit/ohne erw. Übungen) <i>Astroparticle Physics II – Cosmic Rays (with/without ext. exercises)</i>	✓	WS	v2u2/v2u1	8/6	G	✓
Astroteilchenphysik II – Gamma Rays and Neutrinos (mit/ohne erw. Übungen) <i>Astroparticle Physics II – Gamma Rays and Neutrinos (with/without ext. exercises)</i>		SS	v2u2/v2u1	8/6	H	✓
Astroteilchenphysik II – Teilchen und Sterne (mit/ohne erw. Übungen) <i>Astroparticle Physics II – Particles and Stars (with/without ext. exercises)</i>		SS	v2u2/v2u1	8/6	I	✓
Allgemeine Relativitätstheorie <i>General Relativity</i>			v3u2	10 (T)		✓
Computational Methods for Particle Physics and Cosmology <i>Computational Methods for Particle Physics and Cosmology</i>	✓		v2u1	6 (T)	J	✓
Moderne Methoden der Spektroskopie: Anwendungen in der Astroteilchenphysik** <i>Modern Methods of Spectroscopy: Applications in Astroparticle Physics</i>	✓	WS SS	5 Tage Blockpraktikum	2		✓
Quantum Detectors and Sensors <i>Quantum Detectors and Sensors</i>	✓	WS	v3u1	8		✓

* nur anrechenbar, wenn nicht gleichzeitig „Methods of Data Analysis“ aus Meteorologie im EF/NF „Meteorologie“ verwendet wird.

** Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit einem Hauptseminar im Physikalischen Schwerpunktfach eingesetzt werden. Die gleiche Regelung gilt für das Physikalische Ergänzungsfach.

(T) Theorievorlesung – nicht geeignet, wenn „Experimentelle Astroteilchenphysik“ das einzige experimentelle Fach ist.

Schwerpunktfach (SF):

Vorgeschriebene Veranstaltungen sind

- **A oder B:** „Astroteilchenphysik I“ oder „Einführung in die Kosmologie“
- **kombiniert mit einer** Veranstaltung aus **G, H, I** („Astroteilchenphysik II“)

Ergänzungsfach (EF):

Vorgeschrieben sind die Veranstaltungen **A oder B:** „Astroteilchenphysik I“ oder „Einführung in die Kosmologie“

Nebenfach (NF):

Alle Veranstaltungen, bei denen die Spalte **NF** mit ✓ markiert ist, können verwendet werden

Zusätzliche Einschränkung:

Es kann **entweder D** („Elektronik für Physiker“) **oder eine aus E oder F** („Analogelektronik“ oder „Digitalelektronik“) als Bestandteil des SF, EF oder NF gewählt werden

Es kann **entweder C** („Moderne Methoden der Datenanalyse“) **oder J** („Computational Methods for Particle Physics and Cosmology“) als Bestandteil des SF oder EF gewählt werden

Bereich B: Theoretische Physik**Theoretische Teilchenphysik**

Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Einführung in die Theoretische Teilchenphysik (mit/ohne erw. Übungen) <i>Introduction in Theoretical Particle Physics (with/without ext. exercises)</i>	✓	WS	v3u2/v3u1	10/8		✓
Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen (mit/ohne Übungen) <i>Theoretical Particle Physics I, Fundamentals and Advanced Topics (with/without exercises)</i>		SS	v4u2/v4u0	12/8	A	Ü
Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen (mit/ohne Übung) <i>Theoretical Particle Physics I, Fundamentals (with/without exercises)</i>		SS	v3u1/v3u0	8/6	B	Ü
Theoretische Teilchenphysik II (mit/ohne Übungen) <i>Theoretical Particle Physics II (with/without exercises)</i>	✓	WS	v4u2/v4u0	12/8		Ü
weitere Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Einführung in die Theoretische Kosmologie <i>Introduction to Theoretical Cosmology</i>			v3u1	8		✓
Computational Methods for Particle Physics and Cosmology <i>Computational Methods for Particle Physics and Cosmology</i>	✓		v2u1	6		✓
Monte Carlo Ereignisgeneratoren <i>Monte Carlo Event Generators</i>			v2u1	6		✓
Mathematische Methoden der Theoretischen Physik* <i>Mathematical Methods of Theoretical Physics</i>			v4u2	12		✓
Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) <i>Mathematical Methods of Theoretical Physics (two hours per week)</i>			v2u2	8		✓
Dynamik des Standardmodells, mit Übungen <i>Dynamics of the Standard Model, with Exercises</i>			v4u2	12		✓
Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen <i>Introduction to Flavor Physics, Fundamentals and Advanced Topics</i>			v4u2	12		✓
Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen <i>Introduction to Flavor Physics, Fundamentals</i>			v3u2	10		✓
Flavour Physics in the Standard Model and beyond <i>Flavour Physics in the Standard Model and beyond</i>			v2	4		
Particle Physics with Extra Dimensions <i>Particle Physics with Extra Dimensions</i>	✓		v2	4		
Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnung (mit/ohne Übungen) <i>Colorful Loops: Introduction to Quantum Chromodynamics and Loop Calculations (with/without Exercises)</i>			v2u1/v2u0	6/4		Ü
Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells (mit/ohne Übungen) <i>New light Particles beyond the Standard Model (with/without Exercises)</i>			v2u2/v2u0	8/4		Ü
Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien <i>Symmetries, Groups and extended Gauge Theories</i>	✓		v4u2	12		✓
Symmetrien und Gruppen <i>Symmetries and Groups</i>	✓		v3u1	8		✓
Klassische Theorie der Eichfelder <i>Classical Theory of Gauge Fields</i>			v2	4		
Allgemeine Relativitätstheorie <i>General Relativity</i>			v3u2	10		✓
Allgemeine Relativitätstheorie II <i>General Relativity II</i>			v3u2	10		✓
Non-supersymmetric Extension of the Standard Model <i>Non-supersymmetric Extension of the Standard Model</i>			v2	4	---	✓
Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden (mit/ohne Übungen) <i>Precision Phenomenology at Colliders and Computational Methods (with/without Exercises)</i>			v2u2/v2u0	8/4		Ü

* im Ergänzungsfach nur anrechenbar, wenn auch „Einführung in die Theoretische Teilchenphysik“ oder „Theoretische Teilchenphysik I“ belegt wird

Schwerpunktfach (SF):

Vorgeschriebene Veranstaltungen sind **A oder B** („Theoretische Teilchenphysik I“) mit **8 oder 12** ECTS-Punkten

Nebenfach (NF):

Alle Veranstaltungen, bei denen die Spalte **NF** mit ✓ markiert ist, können verwendet werden. Bei den mit Ü markierten Veranstaltungen nur die jeweilige Variante „mit Übungen“.

Theorie der Kondensierten Materie

Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Theorie der kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen <i>Condensed Matter Theory I, Fundamentals and Advanced Topics</i>	✓	WS	v4u2	12	A	✓
Theorie der kondensierten Materie I, Grundlagen <i>Condensed Matter Theory I, Fundamentals</i>	✓	WS	v3u1	8	B	✓
Theorie der kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen <i>Condensed Matter Theory II: Many-Body Theory, Fundamentals and Advanced Topics</i>		SS	v4u2	12		✓
Theorie der kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen <i>Condensed Matter Theory II: Many-Body Theory, Fundamentals</i>		SS	v3u1	8		✓
Theorie der kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen * <i>Condensed Matter Theory II: Many-Body Theory, selected topics</i>		SS	v1	2	nur EF	
weitere Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS	SF/EF	NF
Physik der Quanteninformation <i>Physics of Quantum Information</i>			v2u1	6		✓
Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen <i>Theory and Applications of Quantum Machines</i>			v2u2	8		✓
Computational Condensed Matter Physics <i>Computational Condensed Matter Physics</i>			v4u2	12		✓
Field Theories of Condensed Matter: Conformal Field Theory <i>Field Theories of Condensed Matter: Conformal Field Theory</i>			v3u1	8		
Theoretische molekulare Biophysik (mit/ohne Seminar) <i>Theoretical Molecular Biophysics (with/without seminar)</i>	✓		v2u1s2/v2u1	8/6		✓
Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems (mit/ohne Übungen) <i>Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems (with/without Exercises)</i>			v3u1/v3u0	8/6		Ü
Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie: Quantenkritikalität <i>Quantum Field Theoretical Methods in Condensed Matter: Quantum Criticality</i>			v4u1	10		✓
Theoretical Nanooptics <i>Theoretical Nanooptics</i>	✓		v2u1	6		✓
The ABC of DFT <i>The ABC of DFT</i>			v2u1	6		
Theoretical Quantum Optics <i>Theoretical Quantum Optics</i>	✓		v2u1	6		
Superconductivity, Josephson effect and applications, mit Übungen <i>Superconductivity Josephson effects and applications, with Exercises</i>			v3u1	8		✓
Theorie des Magnetismus, mit Übungen <i>Theory of Magnetism, with Exercises</i>			v3u1	8		✓
Theorie des Magnetismus II <i>Theory of Magnetism II</i>			v4	8		
Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) <i>Mathematical Methods of Theoretical Physics (two hours per week)</i>			v2u2	8		
Theorie stark korrelierter Elektronensysteme <i>Theory of Strongly Correlated Electron Systems</i>	✓		v4u2	12	nur SF	

* Nur im Ergänzungsfach möglich um bspw. in Kombination mit „Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen“ 14 ECTS-Punkte zu erreichen.

Schwerpunktfach (SF):

Vorgeschriebene Veranstaltungen sind **A oder B** („Theorie der kondensierten Materie I“) mit **8 oder 12** ECTS-Punkten

Nebenfach (NF):

Alle Veranstaltungen, bei denen die Spalte **NF** mit ✓ markiert ist, können verwendet werden. Bei den mit Ü markierten Veranstaltungen nur die jeweilige Variante „mit Übungen“.

Bereich C: Veranstaltungen der Geophysik und Meteorologie

Geeignet für das **physikalische Ergänzungs- (EF)** oder **Nebenfach (NF)**

Geophysik

Die folgenden Lehrveranstaltungen sind Bestandteil des Masterstudiengangs Geophysik und werden im jährlichen Turnus in englischer Sprache angeboten:

Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS EF	ECTS NF
Physik seismischer Messinstrumente <i>Physics of Seismic Instruments</i>	✓	WS	v2u1	6	6
Reflexionsseismisches Processing / Seismics <i>Seismics</i>	✓	WS	v2u2	8	8
Theorie seismischer Wellen <i>Theory of Seismic Waves</i>		SS	v2u1	6	6
Seismology	✓	WS	v2u2	8	8
Inversion und Tomographie <i>Inversion and Tomography</i>		SS	v2u2	8	8
Einführung in die Vulkanologie <i>Introduction to Volcanology</i>		SS	v1u1	4	-
Naturgefahren und Risiken <i>Geological Hazards and Risks</i>		WS	v2u2	8	-

Die folgenden Lehrveranstaltungen sind Bestandteil des Wahlbereichs des Masterstudiengangs Geophysik und werden in unregelmäßigen Abständen in englischer Sprache angeboten:

weitere Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS EF	ECTS NF
Full-waveform inversion	✓		v2u1	-	6
Physik der Lithosphäre <i>Physics of the Lithosphere</i>			v2u1	3	-
Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs* <i>Geophysical Deep Sounding at Volcanoes and the Example of the Vogelsberg</i>			v2u1	4	3
Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane* <i>Hazard and Risk Assessment of Mediterranean Volcanoes</i>			v2u3	6	-
Induced Seismicity			v3u2	5	-
Seismic Data Processing			v1u2	6	6

* Voraussetzung für dieses Modul ist die erfolgreiche Teilnahme an „Einführung in die Vulkanologie“

Meteorologie

Die folgenden Lehrveranstaltungen sind Bestandteil des englischsprachigen Masterstudiengangs Meteorologie und werden im jährlichen Turnus in angeboten. Unten stehende Veranstaltungen können im Modul „Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)“ zum Ergänzungsfach (14 ECTS-Punkte) und im Modul „Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)“ zum Nebenfach (8 ECTS-Punkte) kombiniert werden. Die Kriterien für den Erwerb der Leistungspunkte sind:

Nebenfach (unbenotet): Die Erfolgskontrolle geschieht über eine Studienleistung. Ob diese mündlich, schriftlich oder anderer Art ist, hängt von der jeweiligen Veranstaltung ab. Informationen darüber finden Sie im Modulhandbuch *Master Meteorology and Climate Physics*. Die Leistungspunkte werden durch die einzelnen Teilleistungen (8 ECTS Punkte) erworben.

Ergänzungsfach (benotet): Die Erfolgskontrolle geschieht durch eine mündliche Gesamtprüfung („Prüfung über meteorologische Spezialgebiete / Exam on Selected Topics in Meteorology“). Voraussetzung zur Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen der Studienleistung. Ob diese mündlich, schriftlich oder anderer Art ist, hängt von der jeweiligen Veranstaltung ab. Informationen darüber finden Sie im Modulhandbuch *Master Meteorology and Climate Physics*. Die Leistungspunkte werden durch die einzelnen Teilleistungen (mind. 10 ECTS Punkte) und die mündliche Prüfung (4 ECTS Punkte) erworben.

Studierende, die vor dem SS 19 mit Vorlesungen aus dem Bereich Meteorologie begonnen haben mit dem Ziel, diese für das EF oder NF zu verwenden, finden die dann geltenden Regeln im Modulhandbuch WS 18/19.

Veranstaltungen	WS 22/23	Reg.	SWS	ECTS
Remote Sensing of Atmosphere and Ocean		SS	v2u1	4
Turbulent Diffusion		SS	v2u1	4
Advanced Numerical Weather Prediction		SS	v2	4
Energy Meteorology		SS	v2	2
Integrated Atmospheric Measurements		SS	v2	2
Methods of Data Analysis*		SS	v2u1	4
Climate Modeling & Dynamics with ICON	✓	WS	v2u1	4
Energetics	✓	WS	v2	2
Cloud Physics	✓	WS	v2u1	4
Atmospheric Radiation	✓	WS	v2	2
Atmospheric Aerosols	✓	WS	v2u1	4
Middle Atmosphere in the Climate System	✓	WS	v2	2
Tropical Meteorology	✓	WS	v2u1	4
Seminar on IPCC Assessment Report	✓	WS	s2	2
Ocean-Atmosphere Interactions	✓	WS	v2	2
Physics of Planetary Atmospheres	✓	WS	v2u2	6

* nur anrechenbar, wenn nicht gleichzeitig „Moderne Methoden der Datenanalyse“ aus ETP oder ATP im SF/EF/NF verwendet wird.

3 Module

M

3.1 Modul: Allgemeine Relativitätstheorie [M-PHYS-102319]

Verantwortung: Prof. Dr. Frans Klinkhamer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte
10

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102395	Allgemeine Relativitätstheorie	10 LP	Klinkhamer

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102320 - Allgemeine Relativitätstheorie \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students broaden their intellectual horizon by learning and thinking about one of the great achievements of humanity, the discovery of the dynamic nature of spacetime. Students know and understand the basic ideas of Special Relativity and are familiar with the main concepts and techniques of General Relativity. They know different cosmological models. Participants of the course can apply the concepts and techniques they have learned to solve selected practical problems.

Inhalt

This lecture consists of three parts.

The first part reviews the basic ideas of Special Relativity.

The second part introduces the main concepts and techniques of General Relativity.

The third part discusses cosmological models.

Arbeitsaufwand

Approximately 300 hours, consisting of 75 hours for direct presence and further time for literature study, preparation of exercise problems or tasks, and possibly preparation for the final oral exam.

Empfehlungen

A basic understanding of classical mechanics, classical electrodynamics, and quantum mechanics.

Literatur

- S. Weinberg, Gravitation and Cosmology, Wiley, 1972.
- C. Misner, K. Thorne, J. Wheeler, Gravitation, W. H. Freeman, 1973.
- Robert M. Wald, General Relativity, The University of Chicago Press, 1984.
- S. W. Hawking and G. F. R. Ellis, The Large Scale Structure of Space-Time, Cambridge UP, 1973.
- V. Mukhanov, Physical Foundations of Cosmology, Cambridge UP, 2005.

M

3.2 Modul: Allgemeine Relativitätstheorie (NF) [M-PHYS-102320]

Verantwortung: Prof. Dr. Frans Klinkhamer
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte 10	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
------------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102446	Allgemeine Relativitätstheorie (NF)	10 LP	Klinkhamer

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102319 - Allgemeine Relativitätstheorie](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students broaden their intellectual horizon by learning and thinking about one of the great achievements of humanity, the discovery of the dynamic nature of spacetime. Students know and understand the basic ideas of Special Relativity and are familiar with the main concepts and techniques of General Relativity. They know different cosmological models. Participants of the course can apply the concepts and techniques they have learned to solve selected practical problems.

Inhalt

This lecture consists of three parts.

The first part reviews the basic ideas of Special Relativity.

The second part introduces the main concepts and techniques of General Relativity.

The third part discusses cosmological models.

Arbeitsaufwand

Approximately 300 hours, consisting of 75 hours for direct presence and further time for literature study, preparation of exercise problems or tasks.

Empfehlungen

A basic understanding of classical mechanics, classical electrodynamics, and quantum mechanics.

Literatur

- S. Weinberg, Gravitation and Cosmology, Wiley, 1972.
- C. Misner, K. Thorne, J. Wheeler, Gravitation, W. H. Freeman, 1973.
- Robert M. Wald, General Relativity, The University of Chicago Press, 1984.
- S. W. Hawking and G. F. R. Ellis, The Large Scale Structure of Space-Time, Cambridge UP, 1973.
- V. Mukhanov, Physical Foundations of Cosmology, Cambridge UP, 2005.

M

3.3 Modul: Allgemeine Relativitätstheorie II [M-PHYS-103333]**Verantwortung:** Prof. Dr. Frans Klinkhamer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
10**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106678	Allgemeine Relativitätstheorie II	10 LP	Klinkhamer

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-103334 - Allgemeine Relativitätstheorie II \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students are familiar with the concepts of modern cosmology and understand how various realms of physics come into play for the description of the universe and its history. During the course of the lecture they have deepened their understanding of previous physics courses and can apply this knowledge to problems that require an interdisciplinary approach.

Inhalt

This lecture course is a follow-up of ART I (GR I) and is divided into three parts:

The first part deals with the physics of the early universe.

The second part discusses spacetime structure from the viewpoint of global discrete symmetries, topology, and spacetime defects.

The third part introduces basic ideas of string theory as a particular approach to quantum gravity.

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (225 Stunden).

Empfehlungen

GR I (ART I)

Literatur

- R.M. Wald, General Relativity, The University of Chicago Press, 1984.
- S.W. Hawking and G.F.R. Ellis, The Large Scale Structure of Space-Time, Cambridge UP, 1973.
- V. Mukhanov, Physical Foundations of Cosmology, Cambridge UP, 2005.

M

3.4 Modul: Allgemeine Relativitätstheorie II (NF) [M-PHYS-103334]

Verantwortung: Prof. Dr. Frans Klinkhamer
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte 10	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
------------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106679	Allgemeine Relativitätstheorie II (NF)	10 LP	Klinkhamer

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-103333 - Allgemeine Relativitätstheorie II](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students are familiar with the concepts of modern cosmology and understand how various realms of physics come into play for the description of the universe and its history. During the course of the lecture they have deepened their understanding of previous physics courses and can apply this knowledge to problems that require an interdisciplinary approach.

Inhalt

This lecture course is a follow-up of ART I (GR I) and is divided into three parts:

The first part deals with the physics of the early universe.

The second part discusses spacetime structure from the viewpoint of global discrete symmetries, topology, and spacetime defects.

The third part introduces basic ideas of string theory as a particular approach to quantum gravity.

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Vorbereitung der Übungen (225 Stunden).

Empfehlungen

GR I (ART I)

Literatur

- R.M. Wald, General Relativity, The University of Chicago Press, 1984.
- S.W. Hawking and G.F.R. Ellis, The Large Scale Structure of Space-Time, Cambridge UP, 1973.
- V. Mukhanov, Physical Foundations of Cosmology, Cambridge UP, 2005.

M

3.5 Modul: Astroteilchenphysik I [M-PHYS-102075]

Verantwortung:	Prof. Dr. Guido Drexlin Prof. Dr. Kathrin Valerius
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Pflicht Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Pflicht Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile		
T-PHYS-102432	Astroteilchenphysik I	8 LP Drexlin, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102076 - Astroteilchenphysik I \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen eingeführt werden in die Grundbegriffe der Astroteilchenphysik. Die Vorlesung vermittelt sowohl die theoretischen Konzepte wie auch die experimentellen Methoden dieses neuen dynamischen Arbeitsfeldes an der Schnittstelle von Elementarteilchenphysik, Kosmologie und Astrophysik. Die Studierenden lernen anhand konkreter Fallbeispiele aus der aktuellen Forschung die Konzepte zu verstehen und werden befähigt, die erlernten Methoden eigenständig anzuwenden.

Methodenkompetenzerwerb:

- Verständnis der Grundlagen der experimentellen Astroteilchenphysik
- Erkenntnis von methodischen Querverbindungen zur Elementarteilchenphysik, Astrophysik und Kosmologie
- Erwerb der Fähigkeit, ein aktuelles Forschungsthema eigenständig sowie im Team darzustellen
- Erwerb der Fähigkeit, die Konzepte und experimentellen Methoden in der Masterarbeit umzusetzen

Inhalt

Die behandelten Themengebiete umfassen eine allgemeine Einführung in das Arbeitsgebiet mit seinen fundamentalen Fragestellungen, theoretischen Konzepten und experimentellen Methoden. Entsprechend den sehr unterschiedlichen Energieskalen (meV – 1020 eV) der Astroteilchenphysik gliedert sich die Vorlesung in eine Diskussion der Prozesse im thermischen (niedrige Energien) und nichtthermischen (hohe Energien) Universum. Einen besonderen Schwerpunkt der Vorlesung bildet eine umfassende Darstellung von modernen experimentelle Techniken, z.B. bei der Suche nach sehr seltenen Prozessen. Darauf aufbauend wird im zweiten Teil der Vorlesung eine umfassende Einführung in das „dunkle Universum“ und die Suche nach Dunkler Materie gegeben.

Die Vorlesung ist Grundlage von weiteren Vorlesungen zu diesem Thema (Astroteilchenphysik II).

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen(180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse aus Vorlesung „Kerne und Teilchen“

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

- Donald Perkins, Particle Astrophysics (Oxford University Press, 2. Auflage, 2009)
- Claus Grupen, Astroparticle Physics (Springer, 2005)
- Lars Bergström & Ariel Goobar, Cosmology and Particle Astrophysics (Wiley, 2. Auflage, 2006)
- Malcolm Longair, High Energy Astrophysics (Cambridge University Press, 3. Auflage, 2011)

M

3.6 Modul: Astroteilchenphysik I (NF) [M-PHYS-102076]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104379	Astroteilchenphysik I (NF)	8 LP	Drexlin, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102075 - Astroteilchenphysik I](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen eingeführt werden in die Grundbegriffe der Astroteilchenphysik. Die Vorlesung vermittelt sowohl die theoretischen Konzepte wie auch die experimentellen Methoden dieses neuen dynamischen Arbeitsfeldes an der Schnittstelle von Elementarteilchenphysik, Kosmologie und Astrophysik. Die Studierenden lernen anhand konkreter Fallbeispiele aus der aktuellen Forschung die Konzepte zu verstehen und werden befähigt, die erlernten Methoden eigenständig anzuwenden.

Methodenkompetenzerwerb:

- Verständnis der Grundlagen der experimentellen Astroteilchenphysik
- Erkenntnis von methodischen Querverbindungen zur Elementarteilchenphysik, Astrophysik und Kosmologie
- Erwerb der Fähigkeit, ein aktuelles Forschungsthema eigenständig sowie im Team darzustellen
- Erwerb der Fähigkeit, die Konzepte und experimentellen Methoden in der Masterarbeit umzusetzen

Inhalt

Die behandelten Themengebiete umfassen eine allgemeine Einführung in das Arbeitsgebiet mit seinen fundamentalen Fragestellungen, theoretischen Konzepten und experimentellen Methoden. Entsprechend den sehr unterschiedlichen Energieskalen (meV – 1020 eV) der Astroteilchenphysik gliedert sich die Vorlesung in eine Diskussion der Prozesse im thermischen (niedrige Energien) und nichtthermischen (hohe Energien) Universum. Einen besonderen Schwerpunkt der Vorlesung bildet eine umfassende Darstellung von modernen experimentelle Techniken, z.B. bei der Suche nach sehr seltenen Prozessen. Darauf aufbauend wird im zweiten Teil der Vorlesung eine umfassende Einführung in das „dunkle Universum“ und die Suche nach Dunkler Materie gegeben.

Die Vorlesung ist Grundlage von weiteren Vorlesungen zu diesem Thema (Astroteilchenphysik II).

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse aus Vorlesung „Kerne und Teilchen“

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

- Donald Perkins, Particle Astrophysics (Oxford University Press, 2. Auflage, 2009)
- Claus Grupen, Astroparticle Physics (Springer, 2005)
- Lars Bergström & Ariel Goobar, Cosmology and Particle Astrophysics (Wiley, 2. Auflage, 2006)
- Malcolm Longair, High Energy Astrophysics (Cambridge University Press, 3. Auflage, 2011)

M

3.7 Modul: Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos [M-PHYS-105683]**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111343	Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos	6 LP	Drexlin, Engel

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine, die Vorlesung ist komplementär zum Modul Astroteilchenphysik I angelegt und kann unabhängig davon gehört werden

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105684 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105685 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-105686 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul verfügt der/die Studierende über ein vertieftes Fach- und Überblickswissen auf dem Feld der hochenergetischen Astroteilchenphysik. Er/sie versteht die wichtigsten Entstehungsprozesse von Gammastrahlung und Neutrinos, ist in der Lage beobachteten Energiespektren astrophysikalischer Objekte zu interpretieren und verfügt über grundlegende Kenntnisse der Astrophysik galaktischer und extragalaktischer Quellen hochenergetischer Teilchen.

Inhalt

Es werden die Grundlagen der Astroteilchenphysik mit hochenergetischen Teilchen besprochen, wobei der Schwerpunkt auf der Anwendung der Gamma- und Neutrino-Astronomie zur Untersuchung astrophysikalischer Objekte liegt. Ausgehend von der Beschleunigung geladener Teilchen werden im ersten Drittel der Vorlesungsreihe die wichtigsten Entstehungsprozesse von Gamma-Strahlung eingeführt, die Ausbreitung hochenergetischer Gamma-Strahlung diskutiert und Methoden zum Nachweis der Gamma-Strahlung auf der Erde und im Weltall vorgestellt. Im zweiten Drittel der Vorlesungsreihe werden astrophysikalischen Objekte und deren Abbild in Gamma-Strahlen besprochen: Supernova-Explosionen und -überreste, Neutronensterne und Pulsare, Schwarze Löcher und Aktive Galaktische Kerne, und Gamma-Blitze. Der Kurs wird abgerundet durch eine Einführung in die Grundlagen und aktuellen Fragestellungen der Astronomie mit hochenergetischen Neutrinos.

Zusammen mit dem Kurs "Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung", welcher im WS angeboten wird, ergibt sich ein abgeschlossenes Bild hochenergetischer Teilchen mit ihren zugrundeliegenden Erzeugungs- und Transportprozessen in unserem Universum. Die Themenspektren beider Vorlesungen sind komplementär angelegt und können unabhängig gehört werden, ergänzen sich aber in geeigneter Weise. Die Vorlesung ATP II "Gamma Rays and Neutrinos" ist komplementär zu weiteren vertiefenden Vorlesungen (Astroteilchenphysik II "Kosmische Strahlung" bzw. "Teilchen und Sterne").

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Physik der Teilchen und Kerne sowie experimenteller Methoden in diesem Bereich werden vorausgesetzt.

Literatur

- T.K. Gaisser, R. Engel, E. Resconi: Cosmic Rays and Particle Physics (Cambridge)
- M.S. Longair: High Energy Astrophysics (Cambridge)
- H. Bradt: Astrophysics Processes (Cambridge)
- C.D. Dermer, G. Menon: High Energy Radiation from Black Holes (Princeton)

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

M

3.8 Modul: Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos (NF) [M-PHYS-105684]**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111344	Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos (NF)	6 LP	Drexlin, Engel

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine, die Vorlesung ist komplementär zum Modul Astroteilchenphysik I angelegt und kann unabhängig davon gehört werden

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105683 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105685 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-105686 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul verfügt der/die Studierende über ein vertieftes Fach- und Überblickswissen auf dem Feld der hochenergetischen Astroteilchenphysik. Er/sie versteht die wichtigsten Entstehungsprozesse von Gammastrahlung und Neutrinos, ist in der Lage beobachteten Energiespektren astrophysikalischer Objekte zu interpretieren und verfügt über grundlegende Kenntnisse der Astrophysik galaktischer und extragalaktischer Quellen hochenergetischer Teilchen.

Inhalt

Es werden die Grundlagen der Astroteilchenphysik mit hochenergetischen Teilchen besprochen, wobei der Schwerpunkt auf der Anwendung der Gamma- und Neutrino-Astronomie zur Untersuchung astrophysikalischer Objekte liegt. Ausgehend von der Beschleunigung geladener Teilchen werden im ersten Drittel der Vorlesungsreihe die wichtigsten Entstehungsprozesse von Gamma-Strahlung eingeführt, die Ausbreitung hochenergetischer Gamma-Strahlung diskutiert und Methoden zum Nachweis der Gamma-Strahlung auf der Erde und im Weltall vorgestellt. Im zweiten Drittel der Vorlesungsreihe werden astrophysikalischen Objekte und deren Abbild in Gamma-Strahlen besprochen: Supernova-Explosionen und -überreste, Neutronensterne und Pulsare, Schwarze Löcher und Aktive Galaktische Kerne, und Gamma-Blitze. Der Kurs wird abgerundet durch eine Einführung in die Grundlagen und aktuellen Fragestellungen der Astronomie mit hochenergetischen Neutrinos.

Zusammen mit dem Kurs "Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung", welcher im WS angeboten wird, ergibt sich ein abgeschlossenes Bild hochenergetischer Teilchen mit ihren zugrundeliegenden Erzeugungs- und Transportprozessen in unserem Universum. Die Themenspektren beider Vorlesungen sind komplementär angelegt und können unabhängig gehört werden, ergänzen sich aber in geeigneter Weise. Die Vorlesung ATP II "Gamma Rays and Neutrinos" ist komplementär zu weiteren vertiefenden Vorlesungen (Astroteilchenphysik II "Kosmische Strahlung" bzw. "Teilchen und Sterne").

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Physik der Teilchen und Kerne sowie experimenteller Methoden in diesem Bereich werden vorausgesetzt.

Literatur

- T.K. Gaisser, R. Engel, E. Resconi: Cosmic Rays and Particle Physics (Cambridge)
- M.S. Longair: High Energy Astrophysics (Cambridge)
- H. Bradt: Astrophysics Processes (Cambridge)
- C.D. Dermer, G. Menon: High Energy Radiation from Black Holes (Princeton)

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

M

3.9 Modul: Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen [M-PHYS-105686]**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111346	Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen	8 LP	Drexlin, Engel

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine, die Vorlesung ist komplementär zum Modul Astroteilchenphysik I angelegt und kann unabhängig davon gehört werden

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105683 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105684 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-105685 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul verfügt der/die Studierende über ein vertieftes Fach- und Überblickswissen auf dem Feld der hochenergetischen Astroteilchenphysik. Er/sie versteht die wichtigsten Entstehungsprozesse von Gammastrahlung und Neutrinos, ist in der Lage beobachteten Energiespektren astrophysikalischer Objekte zu interpretieren und verfügt über grundlegende Kenntnisse der Astrophysik galaktischer und extragalaktischer Quellen hochenergetischer Teilchen.

Inhalt

Es werden die Grundlagen der Astroteilchenphysik mit hochenergetischen Teilchen besprochen, wobei der Schwerpunkt auf der Anwendung der Gamma- und Neutrino-Astronomie zur Untersuchung astrophysikalischer Objekte liegt. Ausgehend von der Beschleunigung geladener Teilchen werden im ersten Drittel der Vorlesungsreihe die wichtigsten Entstehungsprozesse von Gamma-Strahlung eingeführt, die Ausbreitung hochenergetischer Gamma-Strahlung diskutiert und Methoden zum Nachweis der Gamma-Strahlung auf der Erde und im Weltall vorgestellt. Im zweiten Drittel der Vorlesungsreihe werden astrophysikalischen Objekte und deren Abbild in Gamma-Strahlen besprochen: Supernova-Explosionen und -überreste, Neutronensterne und Pulsare, Schwarze Löcher und Aktive Galaktische Kerne, und Gamma-Blitze. Der Kurs wird abgerundet durch eine Einführung in die Grundlagen und aktuellen Fragestellungen der Astronomie mit hochenergetischen Neutrinos.

Zusammen mit dem Kurs "Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung", welcher im WS angeboten wird, ergibt sich ein abgeschlossenes Bild hochenergetischer Teilchen mit ihren zugrundeliegenden Erzeugungs- und Transportprozessen in unserem Universum. Die Themenspektren beider Vorlesungen sind komplementär angelegt und können unabhängig gehört werden, ergänzen sich aber in geeigneter Weise. Die Vorlesung ATP II "Gamma Rays and Neutrinos" ist komplementär zu weiteren vertiefenden Vorlesungen (Astroteilchenphysik II "Kosmische Strahlung" bzw. "Teilchen und Sterne").

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Physik der Teilchen und Kerne sowie experimenteller Methoden in diesem Bereich werden vorausgesetzt.

Literatur

- T.K. Gaisser, R. Engel, E. Resconi: Cosmic Rays and Particle Physics (Cambridge)
- M.S. Longair: High Energy Astrophysics (Cambridge)
- H. Bradt: Astrophysics Processes (Cambridge)
- C.D. Dermer, G. Menon: High Energy Radiation from Black Holes (Princeton)

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

M

3.10 Modul: Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-105685]**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111345	Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Drexlin, Engel

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine, die Vorlesung ist komplementär zum Modul Astroteilchenphysik I angelegt und kann unabhängig davon gehört werden

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105683 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105684 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-105686 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul verfügt der/die Studierende über ein vertieftes Fach- und Überblickswissen auf dem Feld der hochenergetischen Astroteilchenphysik. Er/sie versteht die wichtigsten Entstehungsprozesse von Gammastrahlung und Neutrinos, ist in der Lage beobachteten Energiespektren astrophysikalischer Objekte zu interpretieren und verfügt über grundlegende Kenntnisse der Astrophysik galaktischer und extragalaktischer Quellen hochenergetischer Teilchen.

Inhalt

Es werden die Grundlagen der Astroteilchenphysik mit hochenergetischen Teilchen besprochen, wobei der Schwerpunkt auf der Anwendung der Gamma- und Neutrino-Astronomie zur Untersuchung astrophysikalischer Objekte liegt. Ausgehend von der Beschleunigung geladener Teilchen werden im ersten Drittel der Vorlesungsreihe die wichtigsten Entstehungsprozesse von Gamma-Strahlung eingeführt, die Ausbreitung hochenergetischer Gamma-Strahlung diskutiert und Methoden zum Nachweis der Gamma-Strahlung auf der Erde und im Weltall vorgestellt. Im zweiten Drittel der Vorlesungsreihe werden astrophysikalischen Objekte und deren Abbild in Gamma-Strahlen besprochen: Supernova-Explosionen und -überreste, Neutronensterne und Pulsare, Schwarze Löcher und Aktive Galaktische Kerne, und Gamma-Blitze. Der Kurs wird abgerundet durch eine Einführung in die Grundlagen und aktuellen Fragestellungen der Astronomie mit hochenergetischen Neutrinos.

Zusammen mit dem Kurs "Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung", welcher im WS angeboten wird, ergibt sich ein abgeschlossenes Bild hochenergetischer Teilchen mit ihren zugrundeliegenden Erzeugungs- und Transportprozessen in unserem Universum. Die Themenspektren beider Vorlesungen sind komplementär angelegt und können unabhängig gehört werden, ergänzen sich aber in geeigneter Weise. Die Vorlesung ATP II "Gamma Rays and Neutrinos" ist komplementär zu weiteren vertiefenden Vorlesungen (Astroteilchenphysik II "Kosmische Strahlung" bzw. "Teilchen und Sterne").

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Physik der Teilchen und Kerne sowie experimenteller Methoden in diesem Bereich werden vorausgesetzt.

Literatur

- T.K. Gaisser, R. Engel, E. Resconi: Cosmic Rays and Particle Physics (Cambridge)
- M.S. Longair: High Energy Astrophysics (Cambridge)
- H. Bradt: Astrophysics Processes (Cambridge)
- C.D. Dermer, G. Menon: High Energy Radiation from Black Holes (Princeton)

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

M

3.11 Modul: Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen [M-PHYS-102525]

Verantwortung: Prof. Dr. Ralph Engel
Dr. Markus Roth

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105108	Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen	8 LP	Engel, Roth

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102082 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102078 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103184 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die Grundbegriffe und Konzepte der Astrophysik hochenergetischer Teilchen und wenden sie für die Diskussion moderner Beobachtungsergebnisse an. Typische Näherungen und Betrachtungen der Astrophysik sind für die Teilnehmenden nachvollziehbar. In den erweiterten Übungen lösen die Studierenden umfangreiche Probleme der Astroteilchenphysik und diskutieren sie in der Gruppe.

Inhalt

Die Vorlesung wird als Tafelanschrieb und mit vorher ausgehändigtem Bildmaterial gehalten. Besonderer Wert wird auf die explizite Ableitung der wesentlichen Zusammenhänge gelegt. Die Themen umfassen astrophysikalische Energie- und Größenskalen; Eigenschaften kosmischer Strahlung; direkte und indirekte Messung kosmischer Strahlung; Beschleunigung geladener Teilchen; Galaxien und galaktische Magnetfelder; galaktische und extra-galaktische Ausbreitung kosmischer Strahlung; Quellen kosmischer Strahlung; Teilchenphysik und Suche nach exotischen Phänomenen mit kosmischer Strahlung; hochenergetische Neutrinos. Zusammen mit „Astroteilchenphysik II: Gamma-Strahlung“ im folgenden Semester ergeben die beiden Vorlesungen ein abgeschlossenes Bild hochenergetischer Teilchen mit ihren zugrundeliegenden Erzeugungs- und Transportprozessen im Universum. Die Themenspektren beider Vorlesungen sind so angelegt, dass sie auch einzeln gehört werden können.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180)

Literatur

- T.K. Gaisser, R. Engel, E. Resconi: Cosmic Rays and Particle Physics (2nd Ed.)
- P. Schneider: Einführung in die Extragalaktische Astronomie und Kosmologie
- M. Longair: High Energy Astrophysics
- Thierry Courvoisier: High Energy Astrophysics
- Bradley W. Carroll and Dale Ostlie: An Introduction to Modern Astrophysics

M**3.12 Modul: Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-103184]**

Verantwortung: Prof. Dr. Ralph Engel
Dr. Markus Roth

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106317	Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Engel, Roth

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102082 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102078 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102525 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die Grundbegriffe und Konzepte der Astrophysik hochenergetischer Teilchen und wenden sie für die Diskussion moderner Beobachtungsergebnisse an. Typische Näherungen und Betrachtungen der Astrophysik sind für die Teilnehmenden nachvollziehbar. In den erweiterten Übungen lösen die Studierenden umfangreiche Probleme der Astroteilchenphysik und diskutieren sie in der Gruppe.

Inhalt

Die Vorlesung wird als Tafelanschrieb und mit vorher ausgehändigtem Bildmaterial gehalten. Besonderer Wert wird auf die explizite Ableitung der wesentlichen Zusammenhänge gelegt. Die Themen umfassen astrophysikalische Energie- und Größenskalen; Eigenschaften kosmischer Strahlung; direkte und indirekte Messung kosmischer Strahlung; Beschleunigung geladener Teilchen; Galaxien und galaktische Magnetfelder; galaktische und extra-galaktische Ausbreitung kosmischer Strahlung; Quellen kosmischer Strahlung; Teilchenphysik und Suche nach exotischen Phänomenen mit kosmischer Strahlung; hochenergetische Neutrinos. Zusammen mit „Astroteilchenphysik II: Gamma-Strahlung“ im folgenden Semester ergeben die beiden Vorlesungen ein abgeschlossenes Bild hochenergetischer Teilchen mit ihren zugrundeliegenden Erzeugungs- und Transportprozessen im Universum. Die Themenspektren beider Vorlesungen sind so angelegt, dass sie auch einzeln gehört werden können.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180)

Literatur

- T.K. Gaisser, R. Engel, E. Resconi: Cosmic Rays and Particle Physics (2nd Ed.)
- P. Schneider: Einführung in die Extragalaktische Astronomie und Kosmologie
- M. Longair: High Energy Astrophysics
- Thierry Courvoisier: High Energy Astrophysics
- Bradley W. Carroll and Dale Ostlie: An Introduction to Modern Astrophysics

M

3.13 Modul: Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen [M-PHYS-102078]

Verantwortung: Prof. Dr. Ralph Engel
Dr. Markus Roth

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102382	Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen	6 LP	Engel, Roth

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102082 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102525 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103184 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die Grundbegriffe und Konzepte der Astrophysik hochenergetischer Teilchen und wenden sie für die Diskussion moderner Beobachtungsergebnisse an. Typische Näherungen und Betrachtungen der Astrophysik sind für die Teilnehmenden nachvollziehbar. In den Übungen lösen die Studierenden ausgewählte Probleme der Astroteilchenphysik und diskutieren sie in der Gruppe.

Inhalt

Die Vorlesung wird als Tafelanschrieb und mit vorher ausgehändigtem Bildmaterial gehalten. Besonderer Wert wird auf die explizite Ableitung der wesentlichen Zusammenhänge gelegt. Die Themen umfassen astrophysikalische Energie- und Größenskalen; Eigenschaften kosmischer Strahlung; direkte und indirekte Messung kosmischer Strahlung; Beschleunigung geladener Teilchen; Galaxien und galaktische Magnetfelder; galaktische und extra-galaktische Ausbreitung kosmischer Strahlung; Quellen kosmischer Strahlung; Teilchenphysik und Suche nach exotischen Phänomenen mit kosmischer Strahlung; hochenergetische Neutrinos. Zusammen mit „Astroteilchenphysik II: Gamma-Strahlung“ im folgenden Semester ergeben die beiden Vorlesungen ein abgeschlossenes Bild hochenergetischer Teilchen mit ihren zugrundeliegenden Erzeugungs- und Transportprozessen im Universum. Die Themenspektren beider Vorlesungen sind so angelegt, dass sie auch einzeln gehört werden können.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135)

Literatur

- T.K. Gaisser, R. Engel, E. Resconi: Cosmic Rays and Particle Physics (2nd Ed.)
- P. Schneider: Einführung in die Extragalaktische Astronomie und Kosmologie
- M. Longair: High Energy Astrophysics
- Thierry Courvoisier: High Energy Astrophysics
- Bradley W. Carroll and Dale Ostlie: An Introduction to Modern Astrophysics

M**3.14 Modul: Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-102082]**

Verantwortung: Prof. Dr. Ralph Engel
Dr. Markus Roth

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104380	Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen (NF)	6 LP	Engel, Roth

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102078 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102525 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103184 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die Grundbegriffe und Konzepte der Astrophysik hochenergetischer Teilchen und wenden sie für die Diskussion moderner Beobachtungsergebnisse an. Typische Näherungen und Betrachtungen der Astrophysik sind für die Teilnehmenden nachvollziehbar. In den Übungen lösen die Studierenden ausgewählte Probleme der Astroteilchenphysik und diskutieren sie in der Gruppe.

Inhalt

Die Vorlesung wird als Tafelanschrieb und mit vorher ausgehändigtem Bildmaterial gehalten. Besonderer Wert wird auf die explizite Ableitung der wesentlichen Zusammenhänge gelegt. Die Themen umfassen astrophysikalische Energie- und Größenskalen; Eigenschaften kosmischer Strahlung; direkte und indirekte Messung kosmischer Strahlung; Beschleunigung geladener Teilchen; Galaxien und galaktische Magnetfelder; galaktische und extra-galaktische Ausbreitung kosmischer Strahlung; Quellen kosmischer Strahlung; Teilchenphysik und Suche nach exotischen Phänomenen mit kosmischer Strahlung; hochenergetische Neutrinos. Zusammen mit „Astroteilchenphysik II: Gamma-Strahlung“ im folgenden Semester ergeben die beiden Vorlesungen ein abgeschlossenes Bild hochenergetischer Teilchen mit ihren zugrundeliegenden Erzeugungs- und Transportprozessen im Universum. Die Themenspektren beider Vorlesungen sind so angelegt, dass sie auch einzeln gehört werden können.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (135)

Literatur

- T.K. Gaisser, R. Engel, E. Resconi: Cosmic Rays and Particle Physics (2nd Ed.)
- P. Schneider: Einführung in die Extragalaktische Astronomie und Kosmologie
- M. Longair: High Energy Astrophysics
- Thierry Courvoisier: High Energy Astrophysics
- Bradley W. Carroll and Dale Ostlie: An Introduction to Modern Astrophysics

M

3.15 Modul: Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen [M-PHYS-102527]

Verantwortung:	Prof. Dr. Guido Drexlin Prof. Dr. Kathrin Valerius
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik)

Leistungspunkte 8	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Jedes Sommersemester	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105110	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen	8 LP	Drexlin, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

Wird Experimentelle Astroteilchenphysik als Schwerpunktfach gewählt, muss auch die Vorlesung Astroteilchenphysik I oder Kosmologie belegt werden. Die Vorlesung ATP II – Teilchen und Sterne ist komplementär angelegt zu weiteren vertiefenden Vorlesungen (Astroteilchenphysik II – Kosmische Strahlung, Gammastrahlung).

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102086 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102081 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103186 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erweitern ihre Kenntnis der Astroteilchenphysik um die Gebiete der stellaren Astrophysik, Neutrino-Physik und Multimessenger-Astronomie. Sie können aktuelle und vergangene Probleme benennen und Lösungsansätze nachvollziehen, kennen aktuelle Methoden und Technologien in der Forschung. Querverbindungen zu anderen Gebieten der Physik, insbesondere der Elementarteilchenphysik werden erkannt.

Die Studierenden können einfache Modelle verstehen und konstruieren um Probleme und Konzepte quantitativ zu analysieren. Außerdem sind sie in der Lage sich in aktuelle Forschungsergebnisse selbstständig einzuarbeiten und ihre Erkenntnisse und Rechnungen vorzustellen und zu diskutieren.

Darüber hinaus vertiefen die Teilnehmer ihr Wissen über ein Experiment in der Astroteilchenphysik durch eine praktischen Übung und können Messdaten auswerten und interpretieren.

Inhalt

Die Vorlesung gibt, aufbauend auf den einführenden Vorlesungen Astroteilchenphysik I und Kosmologie, einen vertieften Einblick in zwei Schlüsselgebiete der modernen experimentellen Astroteilchenphysik.

Im ersten Gebiet wird ein umfassender Einblick in die Grundlagen der experimentellen Neutrino-Physik gegeben. Der Schwerpunkt liegt auf dem Gebiet der Neutrino-Eigenschaften. Die behandelten Themengebiete umfassen eine Einführung in das Phänomen der Neutrino-Oszillationen einschließlich aktueller Resultate zu solaren & atmosphärischen Neutrinos, sowie von Reaktor- und Beschleuniger-Neutrino-Experimenten. Darüber hinaus wird ein Schwerpunkt gelegt auf Experimente zur direkten Neutrinomassenbestimmung und die Suche nach dem neutrinolosen Doppelbetazerfall.

Im zweiten Teil der Vorlesung wird eine Einführung gegeben in das Gebiet der stellaren Astrophysik mit einem besonderen Schwerpunkt auf späte Sternphasen. Diese sind charakterisiert durch degenerierte Materie (weiße Zwerge und Neutronensterne) und bilden die Vorläufer von Supernova-Explosionen (thermonukleare und Kernkollaps-SNae). Abschließend werden Methoden der ATP zum Nachweis dieser Prozesse mit Neutrino-Detektoren und Gravitationswellen-Observatorien diskutiert.

Die Vorlesung legt einen Schwerpunkt auf eine eingehende Darstellung von grundlegenden physikalischen Prozessen und experimentellen Methoden der Astroteilchenphysik.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Physik der Teilchen und Kerne sowie von grundlegenden experimentellen Methoden in diesem Bereich werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS; Übung 1 SWS

Literatur

- Donald Perkins, Particle Astrophysics (Oxford University Press)
- Kai Zuber, Neutrino physics (Routledge Chapman & Hall), 2nd Edition
- H.V. Klapdor-Kleingrothaus & Kai Zuber, Teilchenastrophysik (Teubner)

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

M

3.16 Modul: Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-103186]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106319	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Drexlin, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

Wird Experimentelle Astroteilchenphysik als Schwerpunktfach gewählt, muss auch die Vorlesung Astroteilchenphysik I oder Kosmologie belegt werden. Die Vorlesung ATP II – Teilchen und Sterne ist komplementär angelegt zu weiteren vertiefenden Vorlesungen (Astroteilchenphysik II – Kosmische Strahlung, Gammastrahlung).

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102086 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102081 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102527 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erweitern ihre Kenntnis der Astroteilchenphysik um die Gebiete der stellaren Astrophysik, Neutrino-Physik und Multimessenger-Astronomie. Sie können aktuelle und vergangene Probleme benennen und Lösungsansätze nachvollziehen, kennen aktuelle Methoden und Technologien in der Forschung. Querverbindungen zu anderen Gebieten der Physik, insbesondere der Elementarteilchenphysik werden erkannt.

Die Studierenden können einfache Modelle verstehen und konstruieren um Probleme und Konzepte quantitativ zu analysieren. Außerdem sind sie in der Lage sich in aktuelle Forschungsergebnisse selbstständig einzuarbeiten und ihre Erkenntnisse und Rechnungen vorzustellen und zu diskutieren.

Darüber hinaus vertiefen die Teilnehmer ihr Wissen über ein Experiment in der Astroteilchenphysik durch eine praktische Übung und können Messdaten auswerten und interpretieren.

Inhalt

Die Vorlesung gibt, aufbauend auf den einführenden Vorlesungen Astroteilchenphysik I und Kosmologie, einen vertieften Einblick in zwei Schlüsselgebiete der modernen experimentellen Astroteilchenphysik.

Im ersten Gebiet wird ein umfassender Einblick in die Grundlagen der experimentellen Neutrino-Physik gegeben. Der Schwerpunkt liegt auf dem Gebiet der Neutrino-Eigenschaften. Die behandelten Themengebiete umfassen eine Einführung in das Phänomen der Neutrino-Oszillationen einschließlich aktueller Resultate zu solaren & atmosphärischen Neutrinos, sowie von Reaktor- und Beschleuniger-Neutrino-Experimenten. Darüber hinaus wird ein Schwerpunkt gelegt auf Experimente zur direkten Neutrinomassenbestimmung und die Suche nach dem neutrinolosen Doppelbetazerfall.

Im zweiten Teil der Vorlesung wird eine Einführung gegeben in das Gebiet der stellaren Astrophysik mit einem besonderen Schwerpunkt auf späte Sternphasen. Diese sind charakterisiert durch degenerierte Materie (weiße Zwerge und Neutronensterne) und bilden die Vorläufer von Supernova-Explosionen (thermonukleare und Kernkollaps-SNae). Abschließend werden Methoden der ATP zum Nachweis dieser Prozesse mit Neutrino-Detektoren und Gravitationswellen-Observatorien diskutiert.

Die Vorlesung legt einen Schwerpunkt auf eine eingehende Darstellung von grundlegenden physikalischen Prozessen und experimentellen Methoden der Astroteilchenphysik.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (195)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Physik der Teilchen und Kerne sowie von grundlegenden experimentellen Methoden in diesem Bereich werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS; Übung 1 SWS

Literatur

- Donald Perkins, Particle Astrophysics (Oxford University Press)
- Kai Zuber, Neutrino physics (Routledge Chapman & Hall), 2nd Edition
- H.V. Klapdor-Kleingrothaus & Kai Zuber, Teilchenastrophysik (Teubner)

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

M

3.17 Modul: Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen [M-PHYS-102081]**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102498	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen	6 LP	Drexlin, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

Wird Experimentelle Astroteilchenphysik als Schwerpunktfach gewählt, muss auch die Vorlesung Astroteilchenphysik I oder Kosmologie belegt werden. Die Vorlesung ATP II – Teilchen und Sterne ist komplementär angelegt zu weiteren vertiefenden Vorlesungen (Astroteilchenphysik II – Kosmische Strahlung, Gammastrahlung).

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102086 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102527 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103186 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erweitern ihre Kenntnis der Astroteilchenphysik um die Gebiete der stellaren Astrophysik, Neutrino-Physik und Multimessenger-Astronomie. Sie können aktuelle und vergangene Probleme benennen und Lösungsansätze nachvollziehen, kennen aktuelle Methoden und Technologien in der Forschung. Querverbindungen zu anderen Gebieten der Physik, insbesondere der Elementarteilchenphysik werden erkannt.

Die Studierenden können einfache Modelle verstehen und konstruieren um Probleme und Konzepte quantitativ zu analysieren. Außerdem sind sie in der Lage sich in aktuelle Forschungsergebnisse selbstständig einzuarbeiten und ihre Erkenntnisse und Rechnungen vorzustellen und zu diskutieren.

Inhalt

Die Vorlesung gibt, aufbauend auf den einführenden Vorlesungen Astroteilchenphysik I und Kosmologie, einen vertieften Einblick in zwei Schlüsselgebiete der modernen experimentellen Astroteilchenphysik.

Im ersten Gebiet wird ein umfassender Einblick in die Grundlagen der experimentellen Neutrino-Physik gegeben. Der Schwerpunkt liegt auf dem Gebiet der Neutrino-Eigenschaften. Die behandelten Themengebiete umfassen eine Einführung in das Phänomen der Neutrino-Oszillationen einschließlich aktueller Resultate zu solaren & atmosphärischen Neutrinos, sowie von Reaktor- und Beschleuniger-Neutrino-Experimenten. Darüber hinaus wird ein Schwerpunkt gelegt auf Experimente zur direkten Neutrinomassenbestimmung und die Suche nach dem neutrinolosen Doppelbetazerfall.

Im zweiten Teil der Vorlesung wird eine Einführung gegeben in das Gebiet der stellaren Astrophysik mit einem besonderen Schwerpunkt auf späte Sternphasen. Diese sind charakterisiert durch degenerierte Materie (weiße Zwerge und Neutronensterne) und bilden die Vorläufer von Supernova-Explosionen (thermonukleare und Kernkollaps-SNae). Abschließend werden Methoden der ATP zum Nachweis dieser Prozesse mit Neutrino-Detektoren und Gravitationswellen-Observatorien diskutiert.

Die Vorlesung legt einen Schwerpunkt auf eine eingehende Darstellung von grundlegenden physikalischen Prozessen und experimentellen Methoden der Astroteilchenphysik.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Physik der Teilchen und Kerne sowie von grundlegenden experimentellen Methoden in diesem Bereich werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS; Übung 1 SWS

Literatur

- Donald Perkins, Particle Astrophysics (Oxford University Press)
- Kai Zuber, Neutrino physics (Routledge Chapman & Hall), 2nd Edition
- H.V. Klapdor-Kleingrothaus & Kai Zuber, Teilchenastrophysik (Teubner)

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

M

3.18 Modul: Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-102086]**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104383	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen (NF)	6 LP	Drexlin, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

Wird Experimentelle Astroteilchenphysik als Schwerpunktfach gewählt, muss auch die Vorlesung Astroteilchenphysik I oder Kosmologie belegt werden. Die Vorlesung ATP II – Teilchen und Sterne ist komplementär angelegt zu weiteren vertiefenden Vorlesungen (Astroteilchenphysik II – Kosmische Strahlung, Gammastrahlung).

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102081 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102527 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103186 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erweitern ihre Kenntnis der Astroteilchenphysik um die Gebiete der stellaren Astrophysik, Neutrino-Physik und Multimessenger-Astronomie. Sie können aktuelle und vergangene Probleme benennen und Lösungsansätze nachvollziehen, kennen aktuelle Methoden und Technologien in der Forschung. Querverbindungen zu anderen Gebieten der Physik, insbesondere der Elementarteilchenphysik werden erkannt.

Die Studierenden können einfache Modelle verstehen und konstruieren um Probleme und Konzepte quantitativ zu analysieren. Außerdem sind sie in der Lage sich in aktuelle Forschungsergebnisse selbstständig einzuarbeiten und ihre Erkenntnisse und Rechnungen vorzustellen und zu diskutieren.

Inhalt

Die Vorlesung gibt, aufbauend auf den einführenden Vorlesungen Astroteilchenphysik I und Kosmologie, einen vertieften Einblick in zwei Schlüsselgebiete der modernen experimentellen Astroteilchenphysik.

Im ersten Gebiet wird ein umfassender Einblick in die Grundlagen der experimentellen Neutrino-Physik gegeben. Der Schwerpunkt liegt auf dem Gebiet der Neutrino-Eigenschaften. Die behandelten Themengebiete umfassen eine Einführung in das Phänomen der Neutrino-Oszillationen einschließlich aktueller Resultate zu solaren & atmosphärischen Neutrinos, sowie von Reaktor- und Beschleuniger-Neutrino-Experimenten. Darüber hinaus wird ein Schwerpunkt gelegt auf Experimente zur direkten Neutrinomassenbestimmung und die Suche nach dem neutrinolosen Doppelbetazerfall.

Im zweiten Teil der Vorlesung wird eine Einführung gegeben in das Gebiet der stellaren Astrophysik mit einem besonderen Schwerpunkt auf späte Sternphasen. Diese sind charakterisiert durch degenerierte Materie (weiße Zwerge und Neutronensterne) und bilden die Vorläufer von Supernova-Explosionen (thermonukleare und Kernkollaps-SNae). Abschließend werden Methoden der ATP zum Nachweis dieser Prozesse mit Neutrino-Detektoren und Gravitationswellen-Observatorien diskutiert.

Die Vorlesung legt einen Schwerpunkt auf eine eingehende Darstellung von grundlegenden physikalischen Prozessen und experimentellen Methoden der Astroteilchenphysik.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Physik der Teilchen und Kerne sowie von grundlegenden experimentellen Methoden in diesem Bereich werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS; Übung 1 SWS;

Literatur

- Donald Perkins, Particle Astrophysics (Oxford University Press)
- Kai Zuber, Neutrino physics (Routledge Chapman & Hall), 2nd Edition
- H.V. Klapdor-Kleingrothaus & Kai Zuber, Teilchenastrophysik (Teubner)

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

M

3.19 Modul: Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen [M-PHYS-104869]

Verantwortung:	Dr. Axel Bernhard Prof. Dr. Anke-Susanne Müller
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109904	Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen	8 LP	Bernhard, Müller

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-104870 - Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-104871 - Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen** darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul **M-PHYS-104872 - Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Nach Besuch der Veranstaltung können Sie die Grundlagen der Beschleunigerphysik darstellen und einfache Strahltransportsysteme berechnen. Sie können die Beschleunigergrundtypen beschreiben, deren Funktionsweisen gegenüberstellen und die Eignung für den Einsatz in physikalischen Experimenten einschätzen. Sie können die wesentlichen Eigenschaften der Synchrotronstrahlung darstellen, die physikalischen Grundlagen sowie die wichtigsten technische Konzepte zu ihrer Erzeugung beschreiben und wesentliche Kenngrößen einer Synchrotronstrahlungsquelle berechnen. Auf dieser Grundlage können Sie Strahlungsquellen zu gegebenen experimentellen Anforderungen konzeptionell auslegen. Sie sind in der Lage, beschleunigerrelevante Technologien zu beschreiben sowie die verschiedenen Methoden zur Messung und Kontrolle von Strahlparametern zu identifizieren, klassifizieren und zu begründen. Ihre erworbenen Kenntnisse zur Wechselwirkung von Teilchenensembles untereinander und mit der von ihnen erzeugten Strahlung versetzen Sie in die Lage, die Funktionsweise des Freie-Elektronen-Lasers fundiert beschreiben und insgesamt Kriterien für die Optimierung von Beschleunigern für eine gegebene Anwendung aufzustellen. In den erweiterten Übungen vertiefen Sie den erlernten Stoff anhand ausgewählter Praxisbeispiele und Anwendungen.

Inhalt

- Grundtypen von Beschleunigern (u.a. elektrostatische Beschleuniger, Linacs, Kreisbeschleuniger, Speicherringe & Collider)
- Physik der Synchrotronstrahlung, Wiggler und Undulatoren (Elektrodynamik bewegter Punktladungen, Eigenschaften der normalen Synchrotronstrahlung und Undulatorstrahlung)
- Strahloptik und Strahldynamik (z.B. Magnetische Linsen, Strahleigenschaften, transversale & longitudinale Schwingung und Dämpfung, Vielteilchensysteme)
- Magnettechnologie für Beschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen
- Messung und Kontrolle von Strahlparametern
- Freie-Elektronen-Laser
- Performance-Grenzen von Beschleunigern (z.B. Ultra-kurze Elektronenpulse, hochintensive Protonenstrahlen, Strahl-Strahl-Wechselwirkungen bei Collidern)
- Neue Technologien, aktuelle & zukünftige Projekte

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Vor- und Nachbereitung der Vorlesung, der integrierten Übungen und Prüfungsvorbereitung (120 Stunden), Vorbereitung und Durchführung der praktischen Übungen, Auswertungen und Erstellung von Messprotokollen (60 Stunden).

Literatur

- E.J.N. Wilson: An Introduction to Particle Accelerators, Oxford University Press, 2001
- H. Wiedemann: Particle Accelerator Physics 1&2, Springer, 1993
- K. Wille: Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen, Teubner Studienbücher, 2.Aufl., 1996
- A. Hofmann: The Physics of Synchrotron Radiation, Cambridge Univ. Press, 2004
- P. Schmüser, M. Dohlus, J. Rossbach, Ultraviolet and Soft X-Ray Free Electron Lasers, Springer, 2010

M

3.20 Modul: Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-104870]

Verantwortung:	Dr. Axel Bernhard Prof. Dr. Anke-Susanne Müller
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109903	Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Bernhard, Müller

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-104869 - Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-104871 - Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen** darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul **M-PHYS-104872 - Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Nach Besuch der Veranstaltung können Sie die Grundlagen der Beschleunigerphysik darstellen und einfache Strahltransportsysteme berechnen. Sie können die Beschleunigergrundtypen beschreiben, deren Funktionsweisen gegenüberstellen und die Eignung für den Einsatz in physikalischen Experimenten einschätzen. Sie können die wesentlichen Eigenschaften der Synchrotronstrahlung darstellen, die physikalischen Grundlagen sowie die wichtigsten technische Konzepte zu ihrer Erzeugung beschreiben und wesentliche Kenngrößen einer Synchrotronstrahlungsquelle berechnen. Auf dieser Grundlage können Sie Strahlungsquellen zu gegebenen experimentellen Anforderungen konzeptionell auslegen. Sie sind in der Lage, beschleunigerrelevante Technologien zu beschreiben sowie die verschiedenen Methoden zur Messung und Kontrolle von Strahlparametern zu identifizieren, klassifizieren und zu begründen. Ihre erworbenen Kenntnisse zur Wechselwirkung von Teilchenensembles untereinander und mit der von ihnen erzeugten Strahlung versetzen Sie in die Lage, die Funktionsweise des Freie-Elektronen-Lasers fundiert beschreiben und insgesamt Kriterien für die Optimierung von Beschleunigern für eine gegebene Anwendung aufzustellen. In den erweiterten Übungen vertiefen Sie den erlernten Stoff anhand ausgewählter Praxisbeispiele und Anwendungen.

Inhalt

- Grundtypen von Beschleunigern (u.a. elektrostatische Beschleuniger, Linacs, Kreisbeschleuniger, Speicherringe & Collider)
- Physik der Synchrotronstrahlung, Wiggler und Undulatoren (Elektrodynamik bewegter Punktladungen, Eigenschaften der normalen Synchrotronstrahlung und Undulatorstrahlung)
- Strahloptik und Strahldynamik (z.B. Magnetische Linsen, Strahleigenschaften, transversale & longitudinale Schwingung und Dämpfung, Vielteilchensysteme)
- Magnettechnologie für Beschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen
- Messung und Kontrolle von Strahlparametern
- Freie-Elektronen-Laser
- Performance-Grenzen von Beschleunigern (z.B. Ultra-kurze Elektronenpulse, hochintensive Protonenstrahlen, Strahl-Strahl-Wechselwirkungen bei Collidern)
- Neue Technologien, aktuelle & zukünftige Projekte

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Vor- und Nachbereitung der Vorlesung, der integrierten Übungen (120 Stunden), Vorbereitung und Durchführung der praktischen Übungen, Auswertungen und Erstellung von Messprotokollen (60 Stunden).

Literatur

- E.J.N. Wilson: An Introduction to Particle Accelerators, Oxford University Press, 2001
- H. Wiedemann: Particle Accelerator Physics 1&2, Springer, 1993
- K. Wille: Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen, Teubner Studienbücher, 2. Aufl., 1996
- A. Hofmann: The Physics of Synchrotron Radiation, Cambridge Univ. Press, 2004
- P. Schmüser, M. Dohlus, J. Rossbach, Ultraviolet and Soft X-Ray Free Electron Lasers, Springer, 2010

M

3.21 Modul: Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen [M-PHYS-104871]

- Verantwortung:** Dr. Axel Bernhard
Prof. Dr. Anke-Susanne Müller
- Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik
- Bestandteil von:** Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie)
Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik)
Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik)
Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie
Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik)
Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109905	Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen	6 LP	Bernhard, Müller

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-104869 - Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-104870 - Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul **M-PHYS-104872 - Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Nach Besuch der Veranstaltung können Sie die Grundlagen der Beschleunigerphysik darstellen und einfache Strahltransportsysteme berechnen. Sie können die Beschleunigergrundtypen beschreiben, deren Funktionsweisen gegenüberstellen und die Eignung für den Einsatz in physikalischen Experimenten einschätzen. Sie können die wesentlichen Eigenschaften der Synchrotronstrahlung darstellen, die physikalischen Grundlagen sowie die wichtigsten technische Konzepte zu ihrer Erzeugung beschreiben und wesentliche Kenngrößen einer Synchrotronstrahlungsquelle berechnen. Auf dieser Grundlage können Sie Strahlungsquellen zu gegebenen experimentellen Anforderungen konzeptionell auslegen. Sie sind in der Lage, beschleunigerrelevante Technologien zu beschreiben sowie die verschiedenen Methoden zur Messung und Kontrolle von Strahlparametern zu identifizieren, klassifizieren und zu begründen. Ihre erworbenen Kenntnisse zur Wechselwirkung von Teilchenensembles untereinander und mit der von ihnen erzeugten Strahlung versetzen Sie in die Lage, die Funktionsweise des Freie-Elektronen-Lasers fundiert beschreiben und insgesamt Kriterien für die Optimierung von Beschleunigern für eine gegebene Anwendung aufzustellen.

Inhalt

- Grundtypen von Beschleunigern (u.a. elektrostatische Beschleuniger, Linacs, Kreisbeschleuniger, Speicherringe & Collider)
- Physik der Synchrotronstrahlung, Wiggler und Undulatoren (Elektrodynamik bewegter Punktladungen, Eigenschaften der normalen Synchrotronstrahlung und Undulatorstrahlung)
- Strahloptik und Strahldynamik (z.B. Magnetische Linsen, Strahleigenschaften, transversale & longitudinale Schwingung und Dämpfung, Vielteilchensysteme)
- Magnettechnologie für Beschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen
- Messung und Kontrolle von Strahlparametern
- Freie-Elektronen-Laser
- Performance-Grenzen von Beschleunigern (z.B. Ultra-kurze Elektronenpulse, hochintensive Protonenstrahlen, Strahl-Strahl-Wechselwirkungen bei Collidern)
- Neue Technologien, aktuelle & zukünftige Projekte

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Vor- und Nachbereitung der Vorlesung, der integrierten Übungen und Prüfungsvorbereitung (120 Stunden)

Literatur

- E.J.N. Wilson: An Introduction to Particle Accelerators, Oxford University Press, 2001
- H. Wiedemann: Particle Accelerator Physics 1&2, Springer, 1993
- K. Wille: Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen, Teubner Studienbücher, 2.Aufl., 1996
- A. Hofmann: The Physics of Synchrotron Radiation, Cambridge Univ. Press, 2004
- P. Schmüser, M. Dohlus, J. Rossbach, Ultraviolet and Soft X-Ray Free Electron Lasers, Springer, 2010

M

3.22 Modul: Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-104872]

Verantwortung:	Dr. Axel Bernhard Prof. Dr. Anke-Susanne Müller
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109906	Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen (NF)	6 LP	Bernhard, Müller

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-104869 - Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-104870 - Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul **M-PHYS-104871 - Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Nach Besuch der Veranstaltung können Sie die Grundlagen der Beschleunigerphysik darstellen und einfache Strahltransportsysteme berechnen. Sie können die Beschleunigergrundtypen beschreiben, deren Funktionsweisen gegenüberstellen und die Eignung für den Einsatz in physikalischen Experimenten einschätzen. Sie können die wesentlichen Eigenschaften der Synchrotronstrahlung darstellen, die physikalischen Grundlagen sowie die wichtigsten technische Konzepte zu ihrer Erzeugung beschreiben und wesentliche Kenngrößen einer Synchrotronstrahlungsquelle berechnen. Auf dieser Grundlage können Sie Strahlungsquellen zu gegebenen experimentellen Anforderungen konzeptionell auslegen. Sie sind in der Lage, beschleunigerrelevante Technologien zu beschreiben sowie die verschiedenen Methoden zur Messung und Kontrolle von Strahlparametern zu identifizieren, klassifizieren und zu begründen. Ihre erworbenen Kenntnisse zur Wechselwirkung von Teilchenensembles untereinander und mit der von ihnen erzeugten Strahlung versetzen Sie in die Lage, die Funktionsweise des Freie-Elektronen-Lasers fundiert beschreiben und insgesamt Kriterien für die Optimierung von Beschleunigern für eine gegebene Anwendung aufzustellen.

Inhalt

- Grundtypen von Beschleunigern (u.a. elektrostatische Beschleuniger, Linacs, Kreisbeschleuniger, Speicherringe & Collider)
- Physik der Synchrotronstrahlung, Wiggler und Undulatoren (Elektrodynamik bewegter Punktladungen, Eigenschaften der normalen Synchrotronstrahlung und Undulatorstrahlung)
- Strahloptik und Strahldynamik (z.B. Magnetische Linsen, Strahleigenschaften, transversale & longitudinale Schwingung und Dämpfung, Vielteilchensysteme)
- Magnetetechnologie für Beschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen
- Messung und Kontrolle von Strahlparametern
- Freie-Elektronen-Laser
- Performance-Grenzen von Beschleunigern (z.B. Ultra-kurze Elektronenpulse, hochintensive Protonenstrahlen, Strahl-Strahl-Wechselwirkungen bei Collidern)
- Neue Technologien, aktuelle & zukünftige Projekte

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und der integrierten Übungen (120 Stunden)

Literatur

- E.J.N. Wilson: An Introduction to Particle Accelerators, Oxford University Press, 2001
- H. Wiedemann: Particle Accelerator Physics 1&2, Springer, 1993
- K. Wille: Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen, Teubner Studienbücher, 2. Aufl., 1996
- A. Hofmann: The Physics of Synchrotron Radiation, Cambridge Univ. Press, 2004
- P. Schmüser, M. Dohlus, J. Rossbach, Ultraviolet and Soft X-Ray Free Electron Lasers, Springer, 2010

M

3.23 Modul: Computational Condensed Matter Physics [M-PHYS-104862]

Verantwortung:	Prof. Dr. Wolfgang Wenzel
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Wahl Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109895	Computational Condensed Matter Physics	12 LP	Wenzel

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-104863 - Computational Condensed Matter Physics (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Simulation hat sich in den letzten Jahrzehnten neben analytischer Theorie und dem Experiment als eine dritte Säule der Forschung etabliert. Sie schlägt oft die Brücke von prinzipiellen Einsichten zu Anwendungen auf spezifische Systeme. Studierende entwickeln und erlangen Wissen zur materialspezifischen Simulation für Systeme der kondensierten Materie, vom geordneten Festkörper bis hin zur weichen Materie. Die Studierenden kennen die zur Verfügung stehenden Simulationsverfahren und wenden sie auf spezifische Fragestellungen in der kondensierten Materie an. Sie erwerben Schlüsselfähigkeiten in der Nutzung von open-source Software zur Lösung von Simulationsproblemen in der kondensierten Materie, in Autonomie, in der Synthese der Ergebnisse unterschiedlicher Verfahren zur ganzheitlichen Beschreibung in der Simulation von Materialeigenschaften.

Inhalt

- Quantenmechanik von Vielteilchensystemen
- Methoden der Quantenchemie (LCAO, Hartree Fock, Dichtefunktionaltheorie, Elektronenkorrelationen)
- Anwendungen auf Moleküle und Festkörper
- Simulationsverfahren für klassische Vielteilchensysteme (Monte Carlo, Molekulardynamik)
- Anwendungen auf die Strukturbildung in Polymeren, Gläsern und Festkörpern.
- Einführung in Multiskalensimulationen (QM/MM, Mehrstufenverfahren) und Verfahren der künstlichen Intelligenz
- Modellierung des elektronischen Transports

Arbeitsaufwand

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden Vorlesung, 30 Stunden Übungen), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270 Stunden)

Empfehlungen

Kenntnisse der Quantenmechanik und Festkörpertheorie.

Literatur

- Mark Newman: Computational Physics
- Szabo: Modern Quantum Chemistry
- Kurt Binder: Monte Carlo Simulation in Statistical Physics
- Leach: Molecular Modeling

M

3.24 Modul: Computational Condensed Matter Physics (NF) [M-PHYS-104863]

Verantwortung: Prof. Dr. Wolfgang Wenzel
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte
12

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Deutsch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109894	Computational Condensed Matter Physics (NF)	12 LP	Wenzel

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104862 - Computational Condensed Matter Physics](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Simulation hat sich in den letzten Jahrzehnten neben analytischer Theorie und dem Experiment als eine dritte Säule der Forschung etabliert. Sie schlägt oft die Brücke von prinzipiellen Einsichten zu Anwendungen auf spezifische Systeme. Studierende entwickeln und erlangen Wissen zur materialspezifischen Simulation für Systeme der kondensierten Materie, vom geordneten Festkörper bis hin zur weichen Materie. Die Studierenden kennen die zur Verfügung stehenden Simulationsverfahren und wenden sie auf spezifische Fragestellungen in der kondensierten Materie an. Sie erwerben Schlüsselqualifikationen in der Nutzung von open-source Software zur Lösung von Simulationsproblemen in der kondensierten Materie, in Autonomie, in der Synthese der Ergebnisse unterschiedlicher Verfahren zur ganzheitlichen Beschreibung in der Simulation von Materialeigenschaften.

Inhalt

- Quantenmechanik von Vielteilchensystemen
- Methoden der Quantenchemie (LCAO, Hartree Fock, Dichtefunktionaltheorie, Elektronenkorrelationen)
- Anwendungen auf Moleküle und Festkörper
- Simulationsverfahren für klassische Vielteilchensysteme (Monte Carlo, Molekulardynamik)
- Anwendungen auf die Strukturbildung in Polymeren, Gläsern und Festkörpern.
- Einführung in Multiskalensimulationen (QM/MM, Mehrstufenverfahren) und Verfahren der künstlichen Intelligenz
- Modellierung des elektronischen Transports

Arbeitsaufwand

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden Vorlesung, 30 Stunden Übungen), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (270 Stunden)

Empfehlungen

Kenntnisse der Quantenmechanik und Festkörpertheorie.

Literatur

- Mark Newman: Computational Physics
- Szabo: Modern Quantum Chemistry
- Kurt Binder: Monte Carlo Simulation in Statistical Physics
- Leach: Molecular Modeling

M

3.25 Modul: Computational Methods for Particle Physics and Cosmology [M-PHYS-106117]**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Felix Kahlhöfer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-112378	Computational Methods for Particle Physics and Cosmology	6 LP	Kahlhöfer

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen es, theoretischen Modellen experimentelle Daten gegenüberzustellen um bevorzugte Modelle und vielversprechende Messungen zu bestimmen. Die Studierenden können Programme wie FeynRules und MadGraph einsetzen, um für Prozesse jenseits des Standardmodells der Teilchenphysik Wirkungsquerschnitte zu berechnen und Ereignisse zu simulieren. Sie wissen, wie man mithilfe von Markov-Chain Monte-Carlo-Methoden Modellparameter aus Daten bestimmt und wie man einen Bayes'schen Modellvergleich durchführt. Darüberhinaus haben sie einige Erfahrung im maschinellen Lernen gesammelt und verstehen das Feld möglicher Anwendungen tiefer neuronaler Netze in der Teilchenphysik und Kosmologie.

Inhalt

Ziel des Moduls ist es, moderne Methoden zur Verknüpfung theoretischer Modelle in Teilchenphysik und Kosmologie mit Daten von Experimenten und aus Beobachtungen zu erkunden. Nach einer allgemeinen Einführung in die grundlegenden Konzepte Frequentistischer und Bayes'scher Statistik, wie etwa Likelihood und Posterior, liegt der Fokus des Moduls auf vier Hauptherausforderungen:

- Wie man aus einer gegebenen physikalischen Theorie überprüfbare Vorhersagen gewinnt
- Wie man aus Daten die bevorzugte Parameter-Region eines Modells bestimmt
- Wie man bevorzugte Modelle identifiziert und Experimente entwirft, diese zu testen.
- Wie man mit großen und komplexen Datensätzen umgeht.

Im Speziellen werden wir Monte-Carlo-Methoden und Techniken des maschinellen Lernens besprechen und auf praktische Beispiele anwenden.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135 h)

Empfehlungen

Programmiererfahrung mit Python und Mathematica ist wünschenswert. Grundlagenkenntnisse der Theoretischen Teilchenphysik und Kosmologie sind hilfreich aber nicht erforderlich.

Literatur

- D. S. Sivia, "Data Analysis. A Bayesian Tutorial"
- F. James "Monte Carlo theory and practice", <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0034-4885/43/9/002/pdf>
- R. Trotta "Bayesian Methods in Cosmology", <https://arxiv.org/abs/1701.01467>
- G. Bohm, G. Zech, "Introduction to Statistics and Data Analysis for Physicists", https://www-library.desy.de/preparch/books/vstatmp_engl.pdf
- D. Guest, K. Cranmer & D. Whiteson, "Deep Learning and Its Application to LHC Physics", <https://arxiv.org/pdf/1806.11484.pdf>

M

3.26 Modul: Computational Methods for Particle Physics and Cosmology (NF) [M-PHYS-106118]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Felix Kahlhöfer
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-112379	Computational Methods for Particle Physics and Cosmology (NF)	6 LP	Kahlhöfer

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen es, theoretischen Modellen experimentelle Daten gegenüberzustellen um bevorzugte Modelle und vielversprechende Messungen zu bestimmen. Die Studierenden können Programme wie FeynRules und MadGraph einsetzen, um für Prozesse jenseits des Standardmodells der Teilchenphysik Wirkungsquerschnitte zu berechnen und Ereignisse zu simulieren. Sie wissen, wie man mithilfe von Markov-Chain Monte-Carlo-Methoden Modellparameter aus Daten bestimmt und wie man einen Bayes'schen Modellvergleich durchführt. Darüberhinaus haben sie einige Erfahrung im maschinellen Lernen gesammelt und verstehen das Feld möglicher Anwendungen tiefer neuronaler Netze in der Teilchenphysik und Kosmologie.

Inhalt

Ziel des Moduls ist es, moderne Methoden zur Verknüpfung theoretischer Modelle in Teilchenphysik und Kosmologie mit Daten von Experimenten und aus Beobachtungen zu erkunden. Nach einer allgemeinen Einführung in die grundlegenden Konzepte Frequentistischer und Bayes'scher Statistik, wie etwa Likelihood und Posterior, liegt der Fokus des Moduls auf vier Hauptherausforderungen:

- Wie man aus einer gegebenen physikalischen Theorie überprüfbare Vorhersagen gewinnt
- Wie man aus Daten die bevorzugte Parameter-Region eines Modells bestimmt
- Wie man bevorzugte Modelle identifiziert und Experimente entwirft, diese zu testen.
- Wie man mit großen und komplexen Datensätzen umgeht.

Im Speziellen werden wir Monte-Carlo-Methoden und Techniken des maschinellen Lernens besprechen und auf praktische Beispiele anwenden.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Vorbereitung der Übungen (135 h)

Empfehlungen

Programmiererfahrung mit Python und Mathematica ist wünschenswert. Grundlagenkenntnisse der Theoretischen Teilchenphysik und Kosmologie sind hilfreich aber nicht erforderlich.

Literatur

- D. S. Sivia, "Data Analysis. A Bayesian Tutorial"
- F. James "Monte Carlo theory and practice", <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0034-4885/43/9/002/pdf>
- R. Trotta "Bayesian Methods in Cosmology", <https://arxiv.org/abs/1701.01467>
- G. Bohm, G. Zech, "Introduction to Statistics and Data Analysis for Physicists", https://www-library.desy.de/preparch/books/vstatmp_engl.pdf
- D. Guest, K. Cranmer & D. Whiteson, "Deep Learning and Its Application to LHC Physics", <https://arxiv.org/pdf/1806.11484.pdf>

M

3.27 Modul: Computational Photonics, with ext. Exercises [M-PHYS-101933]**Verantwortung:** Prof. Dr. Carsten Rockstuhl**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte
8**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1**Pflichtbestandteile**

T-PHYS-103633	Computational Photonics, with ext. Exercises	8 LP	Rockstuhl
---------------	--	------	-----------

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-103090 - Computational Photonics, with ext. Exercises \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-103089 - Computational Photonics, without ext. Exercises](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103193 - Computational Photonics, without ext. Exercises \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students can use a computer to solve optical problems and can use a computer to visualize details of the light matter interaction, know different strategies to solve Maxwell's equations on rigorous grounds, know how spatial symmetries and the arrangement of matter in space can be used to formulate Maxwell's equations such that they are amenable for a numerical solution, can implement programs with a reasonable complexity by themselves, can use a computer to discuss and explore optical phenomena, and are familiar with basic computational strategies that emerge in photonics, but comparably in any other scientific discipline as well.

The student can independently work out the numerical implementation of algorithms that were not explicitly presented in the lecture. That requires understanding of basic computational strategies. The student is, therefore, able to transfer technical knowledge to new domains. The student can develop on its own novel algorithms to solve given problems in the field of computational photonics.

Inhalt

- Transfer Matrix Method to describe the optical response from stratified media
- Finite Differences to characterize eigenmode in fiber waveguides
- Beam propagation method to describe the evolution of light in the realm of integrated optics
- Grating methods to predict reflection and transmission from periodically arranged material in 1D and 2D
- Mie Theory to describe the scattering of light from individual cylindrical or spherical objects
- Finite-Difference Time-Domain method as a general purpose tool to solve micro- and nanooptical problems
- Multiple Multipole Method as an approach to describe light scattering from single objects with an arbitrary shape
- Greens' Methods to discuss equally the scattering from single objects but embedded in an inhomogeneous background
- Boundary Integral Method to discuss scattering from objects highly efficient using expressions for the fields on the surface

Anmerkungen

Für Studierende der KIT-Fakultät für Informatik gilt: Die Prüfungen in diesem Modul sind über Zulassungen vom ISS (KIT-Fakultät für Informatik) anzumelden. Dafür reicht eine E-Mail mit Matrikeln. und Name der gewünschten Prüfung an Beratung-informatik@informatik.kit.edu aus.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Interest in theoretical physics, optics and electrodynamics. Moreover, interest in computational aspects is important.

Literatur

- "Classical Electrodynamics" John David Jackson
- "Theoretical Optics: An Introduction" Hartmann Römer
- "Principles of Optics" M. Born and E. Wolf
- "Computational Electro-magnetics: The Finite- Difference Time Domain Method," A. Taflov and S. C. Hagness
- "Light Scattering by Small Particles" H. C. van de Hulst

Specific references for the individual topics will be given during the lectures.
The lecture material that will be fully made available online.

M

3.28 Modul: Computational Photonics, with ext. Exercises (NF) [M-PHYS-103090]

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106132	Computational Photonics, with ext. Exercises (NF)	8 LP	Rockstuhl

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-103089 - Computational Photonics, without ext. Exercises](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-101933 - Computational Photonics, with ext. Exercises](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103193 - Computational Photonics, without ext. Exercises \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students can use a computer to solve optical problems and can use a computer to visualize details of the light matter interaction, know different strategies to solve Maxwell's equations on rigorous grounds, know how spatial symmetries and the arrangement of matter in space can be used to formulate Maxwell's equations such that they are amenable for a numerical solution, can implement programs with a reasonable complexity by themselves, can use a computer to discuss and explore optical phenomena, and are familiar with basic computational strategies that emerge in photonics, but comparably in any other scientific discipline as well.

The student can independently work out the numerical implementation of algorithms that were not explicitly presented in the lecture. That requires understanding of basic computational strategies. The student is, therefore, able to transfer technical knowledge to new domains. The student can develop on its own novel algorithms to solve given problems in the field of computational photonics.

Inhalt

- Transfer Matrix Method to describe the optical response from stratified media
- Finite Differences to characterize eigenmode in fiber waveguides
- Beam propagation method to describe the evolution of light in the realm of integrated optics
- Grating methods to predict reflection and transmission from periodically arranged material in 1D and 2D
- Mie Theory to describe the scattering of light from individual cylindrical or spherical objects
- Finite-Difference Time-Domain method as a general purpose tool to solve micro- and nanooptical problems
- Multiple Multipole Method as an approach to describe light scattering from single objects with an arbitrary shape
- Greens' Methods to discuss equally the scattering from single objects but embedded in an inhomogeneous background
- Boundary Integral Method to discuss scattering from objects highly efficient using expressions for the fields on the surface

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Interest in theoretical physics, optics and electrodynamics. Moreover, interest in computational aspects is important.

Literatur

- "Classical Electrodynamics" John David Jackson
- "Theoretical Optics: An Introduction" Hartmann Römer
- "Principles of Optics" M. Born and E. Wolf
- "Computational Electro-magnetics: The Finite- Difference Time Domain Method," A. Taflov and S. C. Hagness
- "Light Scattering by Small Particles" H. C. van de Hulst

Specific references for the individual topics will be given during the lectures.
The lecture material that will be fully made available online.

M

3.29 Modul: Computational Photonics, without ext. Exercises [M-PHYS-103089]

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte 6	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106131	Computational Photonics, without ext. Exercises	6 LP	Rockstuhl

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-101933 - Computational Photonics, with ext. Exercises](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-103090 - Computational Photonics, with ext. Exercises \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103193 - Computational Photonics, without ext. Exercises \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students can use a computer to solve optical problems and can use a computer to visualize details of the light matter interaction, know different strategies to solve Maxwell's equations on rigorous grounds, know how spatial symmetries and the arrangement of matter in space can be used to formulate Maxwell's equations such that they are amenable for a numerical solution, can implement programs with a reasonable complexity by themselves, can use a computer to discuss and explore optical phenomena, and are familiar with basic computational strategies that emerge in photonics, but comparably in any other scientific discipline as well.

Inhalt

- Transfer Matrix Method to describe the optical response from stratified media
- Finite Differences to characterize eigenmode in fiber waveguides
- Beam propagation method to describe the evolution of light in the realm of integrated optics
- Grating methods to predict reflection and transmission from periodically arranged material in 1D and 2D
- Mie Theory to describe the scattering of light from individual cylindrical or spherical objects
- Finite-Difference Time-Domain method as a general purpose tool to solve micro- and nanooptical problems
- Multiple Multipole Method as an approach to describe light scattering from single objects with an arbitrary shape
- Greens' Methods to discuss equally the scattering from single objects but embedded in an inhomogeneous background
- Boundary Integral Method to discuss scattering from objects highly efficient using expressions for the fields on the surface

Anmerkungen

Für Studierende der KIT-Fakultät für Informatik gilt: Die Prüfungen in diesem Modul sind über Zulassungen vom ISS (KIT-Fakultät für Informatik) anzumelden. Dafür reicht eine E-Mail mit Matrikeln. und Name der gewünschten Prüfung an Beratung-informatik@informatik.kit.edu aus.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (135 Stunden).

Empfehlungen

Interest in theoretical physics, optics and electrodynamics. Moreover, interest in computational aspects is important.

Literatur

- "Classical Electrodynamics" John David Jackson
- "Theoretical Optics: An Introduction" Hartmann Römer
- "Principles of Optics" M. Born and E. Wolf
- "Computational Electro-magnetics: The Finite- Difference Time Domain Method," A. Taflov and S. C. Hagness
- "Light Scattering by Small Particles" H. C. van de Hulst

Specific references for the individual topics will be given during the lectures.
The lecture material that will be fully made available online.

M

3.30 Modul: Computational Photonics, without ext. Exercises (NF) [M-PHYS-103193]

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106326	Computational Photonics, without ext. Exercises (NF)	6 LP	Rockstuhl

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-101933 - Computational Photonics, with ext. Exercises](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-103090 - Computational Photonics, with ext. Exercises \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103089 - Computational Photonics, without ext. Exercises](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students can use a computer to solve optical problems and can use a computer to visualize details of the light matter interaction, know different strategies to solve Maxwell's equations on rigorous grounds, know how spatial symmetries and the arrangement of matter in space can be used to formulate Maxwell's equations such that they are amenable for a numerical solution, can implement programs with a reasonable complexity by themselves, can use a computer to discuss and explore optical phenomena, and are familiar with basic computational strategies that emerge in photonics, but comparably in any other scientific discipline as well.

Inhalt

- Transfer Matrix Method to describe the optical response from stratified media
- Finite Differences to characterize eigenmode in fiber waveguides
- Beam propagation method to describe the evolution of light in the realm of integrated optics
- Grating methods to predict reflection and transmission from periodically arranged material in 1D and 2D
- Mie Theory to describe the scattering of light from individual cylindrical or spherical objects
- Finite-Difference Time-Domain method as a general purpose tool to solve micro- and nanooptical problems
- Multiple Multipole Method as an approach to describe light scattering from single objects with an arbitrary shape
- Greens' Methods to discuss equally the scattering from single objects but embedded in an inhomogeneous background
- Boundary Integral Method to discuss scattering from objects highly efficient using expressions for the fields on the surface

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (135 Stunden).

Empfehlungen

Interest in theoretical physics, optics and electrodynamics. Moreover, interest in computational aspects is important.

Literatur

- "Classical Electrodynamics" John David Jackson
- "Theoretical Optics: An Introduction" Hartmann Römer
- "Principles of Optics" M. Born and E. Wolf
- "Computational Electro-magnetics: The Finite- Difference Time Domain Method," A. Taflov and S. C. Hagness
- "Light Scattering by Small Particles" H. C. van de Hulst

Specific references for the individual topics will be given during the lectures.
The lecture material that will be fully made available online.

M

3.31 Modul: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen [M-PHYS-102121]

Verantwortung: Dr. Frank Hartmann
Prof. Dr. Markus Klute

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102378	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen	8 LP	Hartmann, Husemann, Klute

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102119 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102120 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102122 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Vertiefung in einem Gebiet der experimentellen Teilchen- und Astroteilchenphysik. Die Studierenden lernen experimentelle Aspekte der Messung von Teilcheneigenschaften. Damit erlernen sie die Grundlagen für eine detaillierte Analyse experimenteller Daten, die Funktionsweise von komplexen Experimenten sowie die Arbeit mit modernen Teilchendetektoren. Die praktischen Übungen führen die Studierenden im Team an die experimentelle Arbeit mit Detektoren heran. In erweiterten Übungen werden Grundlagen der Sensoren und deren Designoptimierung am Computer simuliert.

Inhalt

Wechselwirkung von Elektronen, Photonen, Myonen, geladenen und neutralen Hadronen mit Materie; elektronischer Nachweis von Teilchenstrahlung und Messung der deponierten Energie sowie Teilchenidentifikation; gasgefüllte Detektoren, Szintillatoren, Photomultiplier, Siliziumdetektoren, elektromagnetische und hadronische Kalorimeter, Detektorsysteme, Trigger und Datenerfassung, Rekonstruktion physikalischer Objekte in Detektorsystemen, Anwendungen außerhalb der Grundlagenforschung.

Arbeitsaufwand

240 Stunden, davon Präsenzzeiten (60). Die restlichen Stunden dienen der Vorbereitung auf die Versuche, Anfertigung von Praktikumsprotokollen, Nachbereitung des Vorlesungsstoffes und Vorbereitung auf die Prüfung (180).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der experimentellen Kern- und Teilchenphysik, z. B. aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang Physik. Hilfreich sind auch Grundlagen der Elektronik.

Literatur

- K. Kleinknecht: Detektoren für Teilchenstrahlung, Teubner (2005)
- W. R. Leo: Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer (1994)
- C. Grupen: Particle Detectors, Cambridge University Press (2011)
- Particle Data Group: The Review of Particle Physics
- N. Wermes, H. Kolanoski: Teilchendetektoren, Springer (2016)

M

3.32 Modul: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-102122]

Verantwortung:	Dr. Frank Hartmann Prof. Dr. Markus Klute
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102431	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Hartmann, Husemann, Klute

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102119 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-102120 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul **M-PHYS-102121 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Vertiefung in einem Gebiet der experimentellen Teilchen- und Astroteilchenphysik. Die Studierenden lernen experimentelle Aspekte der Messung von Teilcheneigenschaften. Damit erlernen sie die Grundlagen für eine detaillierte Analyse experimenteller Daten, die Funktionsweise von komplexen Experimenten sowie die Arbeit mit modernen Teilchendetektoren. Die praktischen Übungen führen die Studierenden im Team an die experimentelle Arbeit mit Detektoren heran. In erweiterten Übungen werden Grundlagen der Sensoren und deren Designoptimierung am Computer simuliert.

Inhalt

Wechselwirkung von Elektronen, Photonen, Myonen, geladenen und neutralen Hadronen mit Materie; elektronischer Nachweis von Teilchenstrahlung und Messung der deponierten Energie sowie Teilchenidentifikation; gasgefüllte Detektoren, Szintillatoren, Photomultiplier, Siliziumdetektoren, elektromagnetische und hadronische Kalorimeter, Detektorsysteme, Trigger und Datenerfassung, Rekonstruktion physikalischer Objekte in Detektorsystemen, Anwendungen außerhalb der Grundlagenforschung.

Arbeitsaufwand

240 Stunden, davon Präsenzzeiten (60). Die restlichen Stunden dienen der Vorbereitung auf die Versuche, Anfertigung von Praktikumsprotokollen und Nachbereitung des Vorlesungsstoffes (180).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der experimentellen Kern- und Teilchenphysik, z. B. aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang Physik. Hilfreich sind auch Grundlagen der Elektronik.

Literatur

- K. Kleinknecht: Detektoren für Teilchenstrahlung, Teubner (2005)
- W. R. Leo: Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer (1994)
- C. Grupen: Particle Detectors, Cambridge University Press (2011)
- Particle Data Group: The Review of Particle Physics
- N. Wermes, H. Kolanoski: Teilchendetektoren, Springer (2016)

M

3.33 Modul: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen [M-PHYS-102119]

Verantwortung:	Dr. Frank Hartmann Prof. Dr. Markus Klute
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104453	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen	6 LP	Hartmann, Husemann, Klute

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102120 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102121 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102122 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Vertiefung in einem Gebiet der experimentellen Teilchen- und Astroteilchenphysik. Die Studierenden lernen experimentelle Aspekte der Messung von Teilcheneigenschaften. Damit erlernen sie die Grundlagen für eine detaillierte Analyse experimenteller Daten, die Funktionsweise von komplexen Experimenten sowie die Arbeit mit modernen Teilchendetektoren. Die praktischen Übungen führen die Studierenden im Team an die experimentelle Arbeit mit Detektoren heran.

Inhalt

Wechselwirkung von Elektronen, Photonen, Myonen, geladenen und neutralen Hadronen mit Materie; elektronischer Nachweis von Teilchenstrahlung und Messung der deponierten Energie sowie Teilchenidentifikation; gasgefüllte Detektoren, Szintillatoren, Photomultiplier, Siliziumdetektoren, elektromagnetische und hadronische Kalorimeter, Detektorsysteme, Trigger und Datenerfassung, Rekonstruktion physikalischer Objekte in Detektorsystemen, Anwendungen außerhalb der Grundlagenforschung.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen und des Praktikums (135 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der experimentellen Kern- und Teilchenphysik, z. B. aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang Physik. Hilfreich sind auch Grundlagen der Elektronik.

Literatur

- K. Kleinknecht: Detektoren für Teilchenstrahlung, Teubner (2005)
- W. R. Leo: Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer (1994)
- C. Grupen: Particle Detectors, Cambridge University Press (2011)
- Particle Data Group: The Review of Particle Physics
- N. Wermes, H. Kolanoski: Teilchendetektoren, Springer (2016)

M

3.34 Modul: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-102120]

Verantwortung: Dr. Frank Hartmann
Prof. Dr. Markus Klute

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104454	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF)	6 LP	Hartmann, Husemann, Klute

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102119 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102121 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102122 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Vertiefung in einem Gebiet der experimentellen Teilchen- und Astroteilchenphysik. Die Studierenden lernen experimentelle Aspekte der Messung von Teilcheneigenschaften. Damit erlernen sie die Grundlagen für eine detaillierte Analyse experimenteller Daten, die Funktionsweise von komplexen Experimenten sowie die Arbeit mit modernen Teilchendetektoren. Die praktischen Übungen führen die Studierenden im Team an die experimentelle Arbeit mit Detektoren heran.

Inhalt

Wechselwirkung von Elektronen, Photonen, Myonen, geladenen und neutralen Hadronen mit Materie; elektronischer Nachweis von Teilchenstrahlung und Messung der deponierten Energie sowie Teilchenidentifikation; gasgefüllte Detektoren, Szintillatoren, Photomultiplier, Siliziumdetektoren, elektromagnetische und hadronische Kalorimeter, Detektorsysteme, Trigger und Datenerfassung, Rekonstruktion physikalischer Objekte in Detektorsystemen, Anwendungen außerhalb der Grundlagenforschung.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Bearbeitung der Übungen und des Praktikums (135 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der experimentellen Kern- und Teilchenphysik, z. B. aus der Vorlesung *Moderne Experimentalphysik III* im Bachelorstudiengang Physik. Hilfreich sind auch Grundlagen der Elektronik.

Literatur

- K. Kleinknecht: *Detektoren für Teilchenstrahlung*, Teubner (2005)
- W. R. Leo: *Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments*, Springer (1994)
- C. Grupen: *Particle Detectors*, Cambridge University Press (2011)
- Particle Data Group: *The Review of Particle Physics*
- N. Wermes, H. Kolanoski: *Teilchendetektoren*, Springer (2016)

M

3.35 Modul: Dynamik des Standardmodells, mit Übungen [M-PHYS-105389]**Verantwortung:** Prof. Dr. Kirill Melnikov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
12**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110878	Dynamik des Standardmodells, mit Übungen	12 LP	Melnikov

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Students can apply formal methods of Quantum Field Theory to the phenomenology of particle physics in a broader definition. They can discuss advanced scientific topics. The acquired skills are deepened in the exercises, which are synchronized with the lectures.

Inhalt

1. Weak interactions in lepton and hadron physics
2. Isospin and SU(3) symmetry
3. Chiral symmetry breaking and low-energy pions
4. Neutral K-meson and CP-violation
5. Deep inelastic scattering and parton distribution functions
6. W,Z and Higgs bosons

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

Gute Kenntnisse in Quantenfeldtheorie, mindestens auf dem Level von TTP1

Literatur

Relevant literature will be discussed at the first lecture.

M

3.36 Modul: Dynamik des Standardmodells, mit Übungen (NF) [M-PHYS-105390]**Verantwortung:** Prof. Dr. Kirill Melnikov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte 12	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
------------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110879	Dynamik des Standardmodells, mit Übungen (NF)	12 LP	Melnikov

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Students can apply formal methods of Quantum Field Theory to the phenomenology of particle physics in a broader definition. They can discuss advanced scientific topics. The acquired skills are deepened in the exercises, which are synchronized with the lectures.

Inhalt

1. Weak interactions in lepton and hadron physics
2. Isospin and SU(3) symmetry
3. Chiral symmetry breaking and low-energy pions
4. Neutral K-meson and CP-violation
5. Deep inelastic scattering and parton distribution functions
6. W,Z and Higgs bosons

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

Gute Kenntnisse in Quantenfeldtheorie, mindestens auf dem Level von TTP1

Literatur

Relevant literature will be discussed at the first lecture.

M

3.37 Modul: Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten [M-PHYS-101397]

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Level	Version
15	best./nicht best.	Jedes Semester	1 Semester	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102480	Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten	15 LP	Studiendekan Physik

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung, unbenotet.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Der Bereich [Physikalisches Schwerpunktfach](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.
2. Der Bereich [Physikalisches Ergänzungsfach](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.
3. Der Bereich [Physikalisches Nebenfach](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.
4. Der Bereich [Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.
5. Der Bereich [Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen grundlegende Arbeitsmethoden, die für erfolgreiche wissenschaftliche Forschung erforderlich sind. Die Arbeitsmethoden selbst sind dabei unabhängig vom jeweiligen Spezialgebiet, werden aber anhand einer konkreten Aufgabenstellung (Thema der Masterarbeit) geübt und erlernt.

Arbeitsaufwand

ca. 450 Stunden

M

3.38 Modul: Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen [M-PHYS-102987]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
10**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105963	Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen	10 LP	Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102986 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-103188 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103189 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen die Methodik der Theoretischen Flavourphysik, können komplexe mathematische Probleme wie die Berechnung der Zerfallsamplituden von Mesonen lösen und verstehen die Phänomenologie des Yukawa-Sektors.

Inhalt

Yukawa-Wechselwirkung im Standardmodell, Lagrangedichten der QCD und der elektroschwachen Wechselwirkung, schwache Zerfälle von Mesonen, Wilson'sche Operatorproduktentwicklung, Renormierung effektiver Feldtheorien, Teilchen-Antiteilchen-Mischung, CP-Verletzung.

Arbeitsaufwand

300 h bestehend aus Präsenzzeiten (75 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (225 h)

Empfehlungen

Nützlich ist Vorwissen über quantisierte Felder und das Standardmodell der Teilchenphysik, z.B. aus der Vorlesung "Einführung in die Theoretische Teilchenphysik" (4026021). Für an Theorie interessierte Studierende ist es sinnvoll, parallel die Vorlesung "Theoretische Teilchenphysik I" zu besuchen.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 3 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung angegeben.

M

3.39 Modul: Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen (NF) [M-PHYS-103189]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte 10	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
------------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106322	Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen (NF)	10 LP	Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102986 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-103188 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102987 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen die Methodik der Theoretischen Flavourphysik, können komplexe mathematische Probleme wie die Berechnung der Zerfallsamplituden von Mesonen lösen und verstehen die Phänomenologie des Yukawa-Sektors.

Inhalt

Yukawa-Wechselwirkung im Standardmodell, Lagrangedichten der QCD und der elektroschwachen Wechselwirkung, schwache Zerfälle von Mesonen, Wilson'sche Operatorproduktentwicklung, Renormierung effektiver Feldtheorien, Teilchen-Antiteilchen-Mischung, CP-Verletzung.

Arbeitsaufwand

300 h bestehend aus Präsenzzeiten (75 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (225 h)

Empfehlungen

Nützlich ist Vorwissen über quantisierte Felder und das Standardmodell der Teilchenphysik, z.B. aus der Vorlesung "Einführung in die Theoretische Teilchenphysik" (4026021). Für an Theorie interessierte Studierende ist es sinnvoll, parallel die Vorlesung "Theoretische Teilchenphysik I" zu besuchen.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 3 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung angegeben.

M

3.40 Modul: Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen [M-PHYS-102986]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**

12

Notenskala

Zehntelnoten

Turnus

Unregelmäßig

Dauer

1 Semester

Sprache

Englisch

Level

4

Version

1

Pflichtbestandteile

T-PHYS-105962	Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen	12 LP	Nierste
---------------	--	-------	---------

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102987 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-103188 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103189 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen die Methodik der Theoretischen Flavourphysik, können komplexe mathematische Probleme wie die Berechnung der Zerfallsamplituden von Mesonen lösen und verstehen die Phänomenologie des Yukawa-Sektors. Darüber hinaus haben die Teilnehmenden ein Verständnis für CP-Asymmetrien und Zerfallsraten seltener Zerfälle und ihrer Sensitivität auf Physik jenseits des Standardmodells.

Inhalt

Yukawa-Wechselwirkung im Standardmodell, Lagrangedichten der QCD und der elektroschwachen Wechselwirkung, schwache Zerfälle von Mesonen, Wilson'sche Operatorproduktentwicklung, Renormierung effektiver Feldtheorien, Teilchen-Antiteilchen-Mischung, CP-Verletzung.

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

Nützlich ist Vorwissen über quantisierte Felder und das Standardmodell der Teilchenphysik, z.B. aus der Vorlesung "Einführung in die Theoretische Teilchenphysik" (4026021). Für an Theorie interessierte Studierende ist es sinnvoll, parallel die Vorlesung "Theoretische Teilchenphysik I" zu besuchen.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung angegeben.

M**3.41 Modul: Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen (NF) [M-PHYS-103188]****Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106321	Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen (NF)	12 LP	Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102987 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102986 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103189 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen die Methodik der Theoretischen Flavourphysik, können komplexe mathematische Probleme wie die Berechnung der Zerfallsamplituden von Mesonen lösen und verstehen die Phänomenologie des Yukawa-Sektors. Darüber hinaus haben die Teilnehmenden ein Verständnis für CP-Asymmetrien und Zerfallsraten seltener Zerfälle und ihrer Sensitivität auf Physik jenseits des Standardmodells.

Inhalt

Yukawa-Wechselwirkung im Standardmodell, Lagrangedichten der QCD und der elektroschwachen Wechselwirkung, schwache Zerfälle von Mesonen, Wilson'sche Operatorproduktentwicklung, Renormierung effektiver Feldtheorien, Teilchen-Anteilchen-Mischung, CP-Verletzung.

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

Nützlich ist Vorwissen über quantisierte Felder und das Standardmodell der Teilchenphysik, z.B. aus der Vorlesung "Einführung in die Theoretische Teilchenphysik" (4026021). Für an Theorie interessierte Studierende ist es sinnvoll, parallel die Vorlesung "Theoretische Teilchenphysik I" zu besuchen.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung angegeben.

M

3.42 Modul: Einführung in die Kosmologie [M-PHYS-102175]**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Pflicht Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Pflicht Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102384	Einführung in die Kosmologie	6 LP	Drexlin

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102176 - Einführung in die Kosmologie \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen eingeführt werden in die Grundbegriffe der Kosmologie. Die Vorlesung vermittelt hierbei sowohl die theoretischen Konzepte wie auch einen Überblick über moderne experimentelle Methoden und Beobachtungstechniken. Die Studierenden werden anhand von konkreten Fallbeispielen aus der modernen Kosmologie in die Lage versetzt, die Konzepte zu verstehen und werden befähigt, die erlernten Methoden im Rahmen späterer eigenständiger Forschung anzuwenden.

Methodenkompetenzerwerb:

- Verständnis der Grundlagen der Kosmologie
- Erkenntnis von methodischen Querverbindungen zur Elementarteilchenphysik und Astroteilchenphysik
- Erwerb der Fähigkeit, sich in aktuelle Forschungsthemen eigenständig einzuarbeiten als Vorbereitung zur Masterarbeit

Inhalt

Die Vorlesung bietet eine Einführung in die moderne Kosmologie, die in den letzten Jahren durch den Einsatz modernster Technologien (Planck-Satellit, Galaxiendurchmusterungen wie z.B. 2dF und SDSS) und begleitender rechenintensiver Simulationen (Millennium) einen enormen Aufschwung genommen hat. Die Vielzahl an Beobachtungen hat zur Aufstellung eines sog. Konkordanz-Modells der Kosmologie geführt, in dem die Beiträge der Dunklen Energie und der Dunklen Materie die Entwicklung von großräumigen Strukturen im Universum dominieren.

Ausgehend von einer Beschreibung des frühen Universums mit den Stützpfeilern der Big Bang Theorie (Hubble-Expansion, Nukleosynthese, kosmische Hintergrundstrahlung) und den dabei auftretenden Phasenübergängen und Symmetriebrechungen wird die Entstehung und Evolution von großräumigen Strukturen im Universum bis zum heutigen „dunklen Universum“ diskutiert (Vergleich von „top-down“ mit „bottom-up“ Modellen). Besonderes Augenmerk liegt dabei auf einer eingehenden Darstellung modernster experimenteller Techniken und Analysemethoden, die breiten Eingang in weite Bereiche der Physik gefunden haben.

Die Vorlesung vermittelt damit ein kohärentes Abbild der modernen Kosmologie und diskutiert grundlegende Fragen auch auf Nachbardisziplinen wie Teilchenphysik und Astrophysik und kann daher mit anderen Vorlesungen aus dem Bereich der Experimentellen Astroteilchenphysik und Experimentellen Teilchenphysik ergänzt werden.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse aus Vorlesung „Kerne und Teilchen“

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.43 Modul: Einführung in die Kosmologie (NF) [M-PHYS-102176]**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102433	Einführung in die Kosmologie (NF)	6 LP	Drexlin

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102175 - Einführung in die Kosmologie](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen eingeführt werden in die Grundbegriffe der Kosmologie. Die Vorlesung vermittelt hierbei sowohl die theoretischen Konzepte wie auch einen Überblick über moderne experimentelle Methoden und Beobachtungstechniken. Die Studierenden werden anhand von konkreten Fallbeispielen aus der modernen Kosmologie in die Lage versetzt, die Konzepte zu verstehen und werden befähigt, die erlernten Methoden im Rahmen späterer eigenständiger Forschung anzuwenden.

Methodenkompetenzerwerb:

- Verständnis der Grundlagen der Kosmologie
- Erkenntnis von methodischen Querverbindungen zur Elementarteilchen-physik und Astroteilchenphysik
- Erwerb der Fähigkeit, sich in aktuelle Forschungsthemen eigenständig einzuarbeiten als Vorbereitung zur Masterarbeit

Inhalt

Die Vorlesung bietet eine Einführung in die moderne Kosmologie, die in den letzten Jahren durch den Einsatz modernster Technologien (Planck-Satellit, Galaxiendurchmusterungen wie z.B. 2dF und SDSS) und begleitender rechenintensiver Simulationen (Millennium) einen enormen Aufschwung genommen hat. Die Vielzahl an Beobachtungen hat zur Aufstellung eines sog. Konkordanz-Modells der Kosmologie geführt, in dem die Beiträge der Dunklen Energie und der Dunklen Materie die Entwicklung von großräumigen Strukturen im Universum dominieren.

Ausgehend von einer Beschreibung des frühen Universums mit den Stützpfeilern der Big Bang Theorie (Hubble-Expansion, Nukleosynthese, kosmische Hintergrundstrahlung) und den dabei auftretenden Phasenübergängen und Symmetriebrechungen wird die Entstehung und Evolution von großräumigen Strukturen im Universum bis zum heutigen „dunklen Universum“ diskutiert (Vergleich von „top-down“ mit „bottom-up“ Modellen). Besonderes Augenmerk liegt dabei auf einer eingehenden Darstellung modernster experimenteller Techniken und Analysemethoden, die breiten Eingang in weite Bereiche der Physik gefunden haben.

Die Vorlesung vermittelt damit ein kohärentes Abbild der modernen Kosmologie und diskutiert grundlegende Fragen auch auf Nachbardisziplinen wie Teilchenphysik und Astrophysik und kann daher mit anderen Vorlesungen aus dem Bereich der Experimentellen Astroteilchenphysik und Experimentellen Teilchenphysik ergänzt werden.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse aus Vorlesung „Kerne und Teilchen“

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.44 Modul: Einführung in die Theoretische Kosmologie [M-PHYS-104855]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Felix Kahlhöfer
Prof. Dr. Thomas Schwetz-Mangold

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte
8

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Deutsch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109887	Einführung in die Theoretische Kosmologie	8 LP	Kahlhöfer, Schwetz-Mangold

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104856 - Einführung in die Theoretische Kosmologie \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen verschiedene Aspekte des Urknallmodells des Universums. Sie verstehen die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien und erlernen die relevanten Methoden der theoretischen Physik, die in der Kosmologie zur Anwendung kommen.

Inhalt

Die Vorlesung gibt eine Einführung in das Standardmodell der Kosmologie, das sogenannte Λ CDM Modell. Die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien werden diskutiert. Ausgehend von fundamentalen Theorien wie Relativitätstheorie, Teilchenphysik, Thermodynamik und statistischer Physik werden die Eigenschaften und Vorhersagen des Λ CDM Modells hergeleitet. Wir behandeln unter anderem die Expansion des Universums, dunkle Materie, dunkle Energie, kosmische Strukturbildung, kosmische Hintergrundstrahlung und die Theorie der Inflation.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

Grundkenntnisse in Allgemeiner Relativitätstheorie sind empfehlenswert, es werden aber alle benötigten Konzepte eingeführt. Elementare Kenntnisse der Teilchenphysik sind hilfreich.

Literatur

- S. Dodelson, Modern Cosmology;
- D. Gorbunov, V. Rubakov, Introduction to the Theory of the Early Universe: Hot Big Bang Theory;
- D. Gorbunov, V. Rubakov, Introduction to the Theory of the Early Universe: Cosmological Perturbations and Inflationary Theory;
- S. Weinberg, Cosmology;
- V. Mukhanov, Physical Foundations of Cosmology;

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

M

3.45 Modul: Einführung in die Theoretische Kosmologie (NF) [M-PHYS-104856]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Felix Kahlhöfer
Prof. Dr. Thomas Schwetz-Mangold

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Deutsch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109888	Einführung in die Theoretische Kosmologie (NF)	8 LP	Kahlhöfer, Schwetz-Mangold

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104855 - Einführung in die Theoretische Kosmologie](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen verschiedene Aspekte des Urknallmodells des Universums. Sie verstehen die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien und erlernen die relevanten Methoden der theoretischen Physik, die in der Kosmologie zur Anwendung kommen.

Inhalt

Die Vorlesung gibt eine Einführung in das Standardmodell der Kosmologie, das sogenannte Λ CDM Modell. Die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien werden diskutiert. Ausgehend von fundamentalen Theorien wie Relativitätstheorie, Teilchenphysik, Thermodynamik und statistischer Physik werden die Eigenschaften und Vorhersagen des Λ CDM Modells hergeleitet. Wir behandeln unter anderem die Expansion des Universums, dunkle Materie, dunkle Energie, kosmische Strukturbildung, kosmische Hintergrundstrahlung und die Theorie der Inflation.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

Grundkenntnisse in Allgemeiner Relativitätstheorie sind empfehlenswert, es werden aber alle benötigten Konzepte eingeführt. Elementare Kenntnisse der Teilchenphysik sind hilfreich.

Literatur

- S. Dodelson, Modern Cosmology;
- D. Gorbunov, V. Rubakov, Introduction to the Theory of the Early Universe: Hot Big Bang Theory;
- D. Gorbunov, V. Rubakov, Introduction to the Theory of the Early Universe: Cosmological Perturbations and Inflationary Theory;
- S. Weinberg, Cosmology;
- V. Mukhanov, Physical Foundations of Cosmology;

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

M**3.46 Modul: Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen [M-PHYS-102221]**

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
Prof. Dr. Kirill Melnikov
Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
10	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104536	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen	10 LP	Gieseke, Melnikov, Mühlleitner, Steinhauser

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102424 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102425 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102426 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen die Grundkenntnisse der Themen, Begriffe und des Handwerkzeugs in der Theoretischen Teilchenphysik. Sie verschaffen sich einen Überblick über die Fragestellungen der Theoretischen Teilchenphysik. Die Studierenden vertiefen ihr Wissen in den auf die Vorlesung abgestimmten Übungen.

Inhalt

Lagrange densities, symmetries and conservation laws, Feynman rules, cross sections, elementary processes in QED, spontaneous symmetry breaking, Higgs mechanism, Standard Model of particle physics, decay rates, Higgs boson phenomenology

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (225)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik I und II

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.47 Modul: Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-102424]

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
Prof. Dr. Kirill Melnikov
Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
10	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch/ Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104791	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen (NF)	10 LP	Gieseke, Melnikov, Mühlleitner, Steinhauser

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102221 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102425 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102426 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen die Grundkenntnisse der Themen, Begriffe und des Handwerkzeugs in der Theoretischen Teilchenphysik. Sie verschaffen sich einen Überblick über die Fragestellungen der Theoretischen Teilchenphysik. Die Studierenden vertiefen ihr Wissen in den auf die Vorlesung abgestimmten Übungen.

Inhalt

Lagrange densities, symmetries and conservation laws, Feynman rules, cross sections, elementary processes in QED, spontaneous symmetry breaking, Higgs mechanism, Standard Model of particle physics, decay rates, Higgs boson phenomenology

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (225)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik I und II

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M**3.48 Modul: Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen [M-PHYS-102425]**

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104792	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen	8 LP	Gieseke, Melnikov, Mühlleitner, Steinhauser

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102221 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102424 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102426 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen die Grundkenntnisse der Themen, Begriffe und des Handwerkzeugs in der Theoretischen Teilchenphysik. Sie verschaffen sich einen Überblick über die Fragestellungen der Theoretischen Teilchenphysik.

Inhalt

Lagrange densities, symmetries and conservation laws, Feynman rules, cross sections, elementary processes in QED, spontaneous symmetry breaking, Higgs mechanism, Standard Model of particle physics, decay rates, Higgs boson phenomenology

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik I und II

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M**3.49 Modul: Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-102426]**

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch/ Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104793	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF)	8 LP	Gieseke, Melnikov, Mühlleitner, Steinhauser

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102221 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102424 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102425 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen die Grundkenntnisse der Themen, Begriffe und des Handwerkzeugs in der Theoretischen Teilchenphysik. Sie verschaffen sich einen Überblick über die Fragestellungen der Theoretischen Teilchenphysik.

Inhalt

Lagrange densities, symmetries and conservation laws, Feynman rules, cross sections, elementary processes in QED, spontaneous symmetry breaking, Higgs mechanism, Standard Model of particle physics, decay rates, Higgs boson phenomenology

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik I und II

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.50 Modul: Einführung in die Vulkanologie, benotet [M-PHYS-101866]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	2	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-103553	Einführung in die Vulkanologie, Studienleistung	3 LP	Bohlen
T-PHYS-103644	Einführung in die Vulkanologie, Prüfung	1 LP	Bohlen

Erfolgskontrolle(n)

Prerequisite (3 ECTS): Active and regular attendance of lecture and practicals, preparation and follow-up of lectures (at home), assignments, presentation of a volcano in a short (10 – 15 minute) talk with slides. Examination (1 ECTS): Scientific essay about the given presentation, approx. 8-10 pages, submitted electronically. The grade of the module results from grade of of the scientific essay.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

The Students know and understand the basic concepts of physical volcanology. They are able to classify volcanoes by their tectonic location, can discriminate between different eruption types and describe different volcanic edifices with respect to their tectonic environment. They understand the concept of volcanic hazard and risk and are able to apply it. They can explain the physics of volcanic monitoring methods and know about their advantages and disadvantages. They gained insight into numerical modelling tools and can name several applications. The students understand the impact of volcanic eruptions on climate and know both, presently as well as historically active volcanoes and their prominent eruptions.

The students have gained an overview about active volcanoes and recent eruptions and are able to summarize the main characteristics and scientific achievements about one volcano of their choice in a 10-15 minute talk. They are able to discuss and answer questions related to their subject. They can summarize their research about the volcano of their choice in a scientific essay (8-10 pages).

Inhalt

- Introduction, Overview
- Volcanoes and Plate Tectonics
- Magma and Volcanic Deposits
- Eruption types
- Volcanic Edifices
- Volcanic Hazard and Risk
- Volcano Monitoring
- Volcano Seismology
- Numerical Modelling of Volcanic Products
- Historic Eruptions
- Volcanoes and Climate

Zusammensetzung der Modulnote

The grade of the module results from grade of of the scientific essay.

Anmerkungen

Wird im Sommersemester 2022 nicht angeboten.

Arbeitsaufwand

28 h: Attendance, active participation in lectures and practicals

14 h: Preparation and follow-up of lectures (at home)

18 h: Homework, assignments

30 h: Preparation of presentation

30 h: Scientific essay about given presentation, submitted electronically

Lehr- und Lernformen

4060251 Introduction to Volcanology (V1)

4060252 Exercises to Introduction to Volcanology (Ü1)

Literatur

Literature will be provided by the lecturer.

M

3.51 Modul: Elektronenmikroskopie I, mit Übungen [M-PHYS-102989]

Verantwortung:	TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105965	Elektronenmikroskopie I, mit Übungen	8 LP	Eggeler

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine, die Vorlesungen Elektronenmikroskopie I und II sind unabhängig voneinander

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102990 - Elektronenmikroskopie I, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102991 - Elektronenmikroskopie I, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Aus Analogien zur Lichtmikroskopie sollen die Studierenden Parallelen und Unterschiede zwischen Lichtmikroskopie und Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) sowie die Bildentstehung im Transmissionselektronenmikroskop verstehen. Die Studierenden können die Wechselwirkung zwischen hochenergetischen Elektronen und Festkörpern beschreiben und erklären (kinematische Beugungstheorie und deren Grenzen bei der Wechselwirkung zwischen Elektronen und Festkörper, dynamische Beugungstheorie). Anhand theoretischer Konzepte für die dynamische Elektronenbeugung und den Abbildungsprozess sollen TEM Abbildungen interpretiert werden (Welche Kontraste entstehen für perfekte Festkörper und Defekte in Festkörpern?). Durch Anwendungsbeispiele aus der Festkörperphysik und Materialforschung sollen die Studierenden die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der TEM kennenlernen und verstehen.

In den praktischen Übungen werden die theoretischen Konzepte aus der Vorlesung sowie TEM Abbildungsmodi durch Arbeit in kleinen Gruppen visualisiert, geübt und vertieft.

Inhalt

Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), hochauflösende TEM, Raster-Transmissionselektronenmikroskopie, kinematische und dynamische Elektronenbeugung im Festkörper, TEM Kontrastentstehung mit Anwendungsbeispielen aus der Material- und Festkörperphysik, Elektronenholographie, Transmissionselektronenmikroskopie mit Phasenplatten

Arbeitsaufwand

240 Stunden, davon Präsenzzeiten (60). Die restlichen Stunden dienen der Vorbereitung auf die Versuche, Anfertigung von Praktikumsprotokollen, Nachbereitung des Vorlesungsstoffes und Vorbereitung auf die Prüfung (180).

Empfehlungen

Grundkenntnisse Optik, Festkörperphysik, Materialphysik oder Werkstoffkunde, Quantenmechanik

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übungen 2 SWS

Literatur

D.B. Williams, C.B Carter, Transmission Electron Microscopy, 2nd edition, Springer
 L. Reimer, H. Kohl, Transmission Electron Microscopy, Springer Verlag

M

3.52 Modul: Elektronenmikroskopie I, mit Übungen (NF) [M-PHYS-102991]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch/ Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105968	Elektronenmikroskopie I, mit Übungen (NF)	8 LP	Eggeler

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine, die Vorlesungen Elektronenmikroskopie I und II sind unabhängig voneinander

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102989 - Elektronenmikroskopie I, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102990 - Elektronenmikroskopie I, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Aus Analogien zur Lichtmikroskopie sollen die Studierenden Parallelen und Unterschiede zwischen Lichtmikroskopie und Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) sowie die Bildentstehung im Transmissionselektronenmikroskop verstehen. Die Studierenden können die Wechselwirkung zwischen hochenergetischen Elektronen und Festkörpern beschreiben und erklären (kinematische Beugungstheorie und deren Grenzen bei der Wechselwirkung zwischen Elektronen und Festkörper, dynamische Beugungstheorie). Anhand theoretischer Konzepte für die dynamische Elektronenbeugung und den Abbildungsprozess sollen TEM Abbildungen interpretiert werden (Welche Kontraste entstehen für perfekte Festkörper und Defekte in Festkörpern?). Durch Anwendungsbeispiele aus der Festkörperphysik und Materialforschung sollen die Studierenden die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der TEM kennenlernen und verstehen.

In den praktischen Übungen werden die theoretischen Konzepte aus der Vorlesung sowie TEM Abbildungsmodi durch Arbeit in kleinen Gruppen visualisiert, geübt und vertieft.

Inhalt

Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), hochauflösende TEM, Raster-Transmissionselektronenmikroskopie, kinematische und dynamische Elektronenbeugung im Festkörper, TEM Kontrastentstehung mit Anwendungsbeispielen aus der Material- und Festkörperphysik, Elektronenholographie, Transmissionselektronenmikroskopie mit Phasenplatten

Arbeitsaufwand

240 Stunden, davon Präsenzzeiten (60). Die restlichen Stunden dienen der Vorbereitung auf die Versuche, Anfertigung von Praktikumsprotokollen und der Nachbereitung des Vorlesungsstoffes (180).

Empfehlungen

Grundkenntnisse Optik, Festkörperphysik, Materialphysik oder Werkstoffkunde, Quantenmechanik

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

D.B. Williams, C.B Carter, Transmission Electron Microscopy, 2nd edition, Springer
 L. Reimer, H. Kohl, Transmission Electron Microscopy, Springer Verlag

M

3.53 Modul: Elektronenmikroskopie I, ohne Übungen [M-PHYS-102990]

Verantwortung:	TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105967	Elektronenmikroskopie I, ohne Übungen	4 LP	Eggeler

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine, die Vorlesungen Elektronenmikroskopie I und II sind unabhängig voneinander

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102989 - Elektronenmikroskopie I, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102991 - Elektronenmikroskopie I, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Aus Analogien zur Lichtmikroskopie sollen die Studierenden Parallelen und Unterschiede zwischen Lichtmikroskopie und Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) sowie die Bildentstehung im Transmissionselektronenmikroskop verstehen. Die Studierenden können die Wechselwirkung zwischen hochenergetischen Elektronen und Festkörpern beschreiben und erklären (kinematische Beugungstheorie und deren Grenzen bei der Wechselwirkung zwischen Elektronen und Festkörper, dynamische Beugungstheorie). Anhand theoretischer Konzepte für die dynamische Elektronenbeugung und den Abbildungsprozess sollen TEM Abbildungen interpretiert werden (Welche Kontraste entstehen für perfekte Festkörper und Defekte in Festkörpern?). Durch Anwendungsbeispiele aus der Festkörperphysik und Materialforschung sollen die Studierenden die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der TEM kennenlernen und verstehen.

Inhalt

Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), hochauflösende TEM, Raster-Transmissionselektronenmikroskopie, kinematische und dynamische Elektronenbeugung im Festkörper, TEM Kontrastentstehung mit Anwendungsbeispielen aus der Material- und Festkörperphysik, Elektronenholographie, Transmissionselektronenmikroskopie mit Phasenplatten

Arbeitsaufwand

120 Stunden, davon Präsenzzeiten (30). Die restlichen Stunden dienen der Nachbereitung des Vorlesungsstoffes und Vorbereitung auf die Prüfung (90).

Empfehlungen

Grundkenntnisse Optik, Festkörperphysik, Materialphysik oder Werkstoffkunde, Quantenmechanik

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS

Literatur

D.B. Williams, C.B Carter, Transmission Electron Microscopy, 2nd edition, Springer

L. Reimer, H. Kohl, Transmission Electron Microscopy, Springer Verlag

M

3.54 Modul: Elektronenmikroskopie II, mit Übungen [M-PHYS-102227]

Verantwortung:	TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102349	Elektronenmikroskopie II, mit Übungen	8 LP	Eggeler

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102844 - Elektronenmikroskopie II, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-103172 - Elektronenmikroskopie II, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen die Bildentstehung in der Rasterelektronenmikroskopie und Rasterionenmikroskopie, Nanostrukturierung mit fokussierten Ionenstrahlen sowie analytische Verfahren in der Elektronenmikroskopie (chemische Analyse, elektronische Eigenschaften) verstehen und erklären können. Anhand von Anwendungsbeispielen aus der Material- und Festkörperphysik sollen Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der Verfahren erkannt werden. Die Studierenden sollen beurteilen können, welche Methode(n) für spezifische Fragestellungen aus der Mikro- und Nanocharakterisierung geeignet ist (sind).

In den Praktischen Übungen werden die theoretischen Konzepte aus der Vorlesung sowie Abbildungsmodi in der Rasterelektronenmikroskopie und Rasterionenmikroskopie durch Arbeit in kleinen Gruppen visualisiert, geübt und vertieft. Die Studierenden sollen in der Lage sein, ein Rasterelektronenmikroskop für einfache Anwendungen zu justieren.

Inhalt

Rasterelektronenmikroskopie, Abbildung und Strukturierung mit fokussierten Ionenstrahlen, analytische Verfahren in der Elektronenmikroskopie (energiedispersive Röntgenspektroskopie und Elektronenenergieverlustspektroskopie)

Arbeitsaufwand

240 Stunden, davon Präsenzzeiten (60). Die restlichen Stunden dienen der Vorbereitung auf die Versuche, Anfertigung von Praktikumsprotokollen, Nachbereitung des Vorlesungsstoffes und Vorbereitung auf die Prüfung (180).

Empfehlungen

Grundkenntnisse Optik, Festkörperphysik, Materialphysik und Werkstoffkunde

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

- L. Reimer, Scanning Electron Microscopy, Springer
- D.B. Williams, C.B Carter, Transmission Electron Microscopy, 2nd edition, Springer

M

3.55 Modul: Elektronenmikroskopie II, mit Übungen (NF) [M-PHYS-103172]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch/ Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106306	Elektronenmikroskopie II, mit Übungen (NF)	8 LP	Eggeler

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102844 - Elektronenmikroskopie II, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102227 - Elektronenmikroskopie II, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen die Bildentstehung in der Rasterelektronenmikroskopie und Rasterionenmikroskopie, Nanostrukturierung mit fokussierten Ionenstrahlen sowie analytische Verfahren in der Elektronenmikroskopie (chemische Analyse, elektronische Eigenschaften) verstehen und erklären können. Anhand von Anwendungsbeispielen aus der Material- und Festkörperphysik sollen Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der Verfahren erkannt werden. Die Studierenden sollen beurteilen können, welche Methode(n) für spezifische Fragestellungen aus der Mikro- und Nanocharakterisierung geeignet ist (sind).

In den Praktischen Übungen werden die theoretischen Konzepte aus der Vorlesung sowie Abbildungsmodi in der Rasterelektronenmikroskopie und Rasterionenmikroskopie durch Arbeit in kleinen Gruppen visualisiert, geübt und vertieft. Die Studierenden sollen in der Lage sein, ein Rasterelektronenmikroskop für einfache Anwendungen zu justieren.

Inhalt

Rasterelektronenmikroskopie, Abbildung und Strukturierung mit fokussierten Ionenstrahlen, analytische Verfahren in der Elektronenmikroskopie (energiedispersive Röntgenspektroskopie und Elektronenenergieverlustspektroskopie)

Arbeitsaufwand

240 Stunden, davon Präsenzzeiten (60). Die restlichen Stunden dienen der Vorbereitung auf die Versuche, Anfertigung von Praktikumsprotokollen und der Nachbereitung des Vorlesungsstoffes (180).

Empfehlungen

Grundkenntnisse Optik, Festkörperphysik, Materialphysik und Werkstoffkunde

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS. Übung 2 SWS

Literatur

- L. Reimer, Scanning Electron Microscopy, Springer
- D.B. Williams, C.B Carter, Transmission Electron Microscopy, 2nd edition, Springer

M

3.56 Modul: Elektronenmikroskopie II, ohne Übungen [M-PHYS-102844]

Verantwortung:	TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105817	Elektronenmikroskopie II, ohne Übungen	4 LP	Eggeler

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102227 - Elektronenmikroskopie II, mit Übungen** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-103172 - Elektronenmikroskopie II, mit Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen die Bildentstehung in der Rasterelektronenmikroskopie und Rasterionenmikroskopie, Nanostrukturierung mit fokussierten Ionenstrahlen sowie analytische Verfahren in der Elektronenmikroskopie (chemische Analyse, elektronische Eigenschaften) verstehen und erklären können. Anhand von Anwendungsbeispielen aus der Material- und Festkörperphysik sollen Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der Verfahren erkannt werden. Die Studierenden sollen beurteilen können, welche Methode(n) für spezifische Fragestellungen aus der Mikro- und Nanocharakterisierung geeignet ist (sind).

Inhalt

Rasterelektronenmikroskopie, Abbildung und Strukturierung mit fokussierten Ionenstrahlen, analytische Verfahren in der Elektronenmikroskopie (energiedispersive Röntgenspektroskopie und Elektronenenergieverlustspektroskopie)

Arbeitsaufwand

120 Stunden, davon Präsenzzeiten (30). Die restlichen Stunden dienen der Nachbereitung des Vorlesungsstoffes und Vorbereitung auf die Prüfung (90).

Empfehlungen

Grundkenntnisse Optik, Festkörperphysik, Materialphysik und Werkstoffkunde

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS

Literatur

- L. Reimer, Scanning Electron Microscopy, Springer
- D.B. Williams, C.B Carter, Transmission Electron Microscopy, 2nd edition, Springer

M

3.57 Modul: Elektronik für Physiker [M-PHYS-102184]

Verantwortung:	Dr. Klaus Rabbertz Prof. Dr. Marc Weber
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
10	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104479	Elektronik für Physiker	10 LP	Rabbertz, Weber

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102180 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102179 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102182 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102183 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102185 - Elektronik für Physiker \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Vertiefung der Kenntnisse in einem Gebiet der experimentellen Astroteilchenphysik oder Teilchenphysik. Vermittlung eines Grundverständnisses der analogen und digitalen Elektronik und ihrer Anwendung in der experimentellen Physik. Verstehen analoger und digitaler Schaltungen sowie deren Aufbau und Test. Verwendung moderner Messapparaturen wie Digitaloszilloskopen und Beurteilung der gewonnenen Messergebnisse im Vergleich mit Schaltungssimulationen analoger Elektronik. Verwendung und Programmierung moderner Hardware der Digitalelektronik (FPGAs) und Beurteilung der gewonnenen Ergebnisse.

Inhalt

Einführung in die analoge und digitale Elektronik:

- Grundlagen, lineare Netze, passive Bauelemente, Filter,
- elementare Schaltkreisanalyse und -simulation
- Bipolar- und Feldeffekttransistoren
- Grundsaltungen mit einem und zwei Transistoren, Operationsverstärker
- Zahlensysteme, Schaltalgebra, Logikbausteine, Flip-Flops, Speicher
- Analog-Digital-Wandler
- Programmierbare Elektronik: CPLDs, FPGAs
- Aufbau- und Verbindungstechnik

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen und des Praktikums (225 Stunden).

Empfehlungen

Interesse an Elektronik

Literatur

Literatur wird in der Vorlesung genannt. Außerdem wird ein Skript bereitgestellt.

M

3.58 Modul: Elektronik für Physiker (NF) [M-PHYS-102185]

Verantwortung:	Dr. Klaus Rabbertz Prof. Dr. Marc Weber
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
10	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104480	Elektronik für Physiker (NF)	10 LP	Rabbertz, Weber

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Praktikumsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Praktikumstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102180 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik (NF)** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-102179 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik** darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul **M-PHYS-102182 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik** darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul **M-PHYS-102183 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik (NF)** darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul **M-PHYS-102184 - Elektronik für Physiker** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Vertiefung der Kenntnisse in einem Gebiet der experimentellen Astroteilchenphysik oder Teilchenphysik.

Vermittlung eines Grundverständnisses der analogen und digitalen Elektronik und ihrer Anwendung in der experimentellen Physik. Verstehen analoger und digitaler Schaltungen sowie deren Aufbau und Test. Verwendung moderner Messapparaturen wie Digitaloszilloskopen und Beurteilung der gewonnenen Messergebnisse im Vergleich mit Schaltungssimulationen analoger Elektronik. Verwendung und Programmierung moderner Hardware der Digitalelektronik (FPGAs) und Beurteilung der gewonnenen Ergebnisse.

Inhalt

Einführung in die analoge und digitale Elektronik:

- Grundlagen, lineare Netze, passive Bauelemente, Filter,
- elementare Schaltkreisanalyse und -simulation
- Bipolar- und Feldeffekttransistoren
- Grundsaltungen mit einem und zwei Transistoren, Operationsverstärker
- Zahlensysteme, Schaltalgebra, Logikbausteine, Flip-Flops, Speicher
- Analog-Digital-Wandler
- Programmierbare Elektronik: CPLDs, FPGAs
- Aufbau- und Verbindungstechnik

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen und des Praktikums (225 Stunden).

Empfehlungen

Interesse an Elektronik

Literatur

Literatur wird in der Vorlesung genannt. Außerdem wird ein Skript bereitgestellt.

M

3.59 Modul: Elektronik für Physiker: Analogelektronik [M-PHYS-102179]

Verantwortung:	Dr. Klaus Rabbertz Prof. Dr. Marc Weber
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104475	Elektronik für Physiker: Analogelektronik	6 LP	Rabbertz, Weber

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102180 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102182 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102183 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102184 - Elektronik für Physiker](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102185 - Elektronik für Physiker \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Vertiefung der Kenntnisse in einem Gebiet der experimentellen Astroteilchenphysik oder Teilchenphysik.
 Vermittlung eines Grundverständnisses der analogen Elektronik und ihrer Anwendung in der experimentellen Physik.
 Verstehen analoger Schaltungen sowie deren Aufbau und Test. Verwendung moderner Messapparaturen wie Digitaloszilloskopen und Beurteilung der gewonnenen Messergebnisse u.a. anhand von Programmen zur Schaltungssimulation.

Inhalt

Einführung in die analoge Elektronik:

- Grundlagen, lineare Netze, passive Bauelemente, Filter
- elementare Schaltkreisanalyse und -simulation
- Operationsverstärker
- Bipolar- und Feldeffekttransistoren
- Grundsicherungen mit einem und zwei Transistoren
- Aufbau- und Verbindungstechnik

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen und des Praktikums (135 Stunden).

Empfehlungen

Interesse an Elektronik

Literatur

Literatur wird in der Vorlesung genannt. Außerdem wird ein Skript bereitgestellt.

M

3.60 Modul: Elektronik für Physiker: Analogelektronik (NF) [M-PHYS-102180]

Verantwortung:	Dr. Klaus Rabbertz Prof. Dr. Marc Weber
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104476	Elektronik für Physiker: Analogelektronik (NF)	6 LP	Rabbertz, Weber

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Praktikumsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Praktikumstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102179 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102182 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102183 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102184 - Elektronik für Physiker](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102185 - Elektronik für Physiker \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Vertiefung der Kenntnisse in einem Gebiet der experimentellen Astroteilchenphysik oder Teilchenphysik. Vermittlung eines Grundverständnisses der analogen Elektronik und ihrer Anwendung in der experimentellen Physik. Verstehen analoger Schaltungen sowie deren Aufbau und Test. Verwendung moderner Messapparaturen wie Digitaloszilloskopen und Beurteilung der gewonnenen Messergebnisse u.a. anhand von Programmen zur Schaltungssimulation.

Inhalt

Einführung in die analoge Elektronik:

- Grundlagen, lineare Netze, passive Bauelemente, Filter
- elementare Schaltkreisanalyse und -simulation
- Operationsverstärker
- Bipolar- und Feldeffekttransistoren
- Grundsaltungen mit einem und zwei Transistoren
- Aufbau- und Verbindungstechnik

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen und des Praktikums (135 Stunden).

Empfehlungen

Interesse an Elektronik

Literatur

Literatur wird in der Vorlesung genannt. Außerdem wird ein Skript bereitgestellt.

M

3.61 Modul: Elektronik für Physiker: Digitalelektronik [M-PHYS-102182]

Verantwortung:	Dr. Klaus Rabbertz Prof. Dr. Marc Weber
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104477	Elektronik für Physiker: Digitalelektronik	6 LP	Rabbertz, Weber

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102183 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102179 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102180 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102184 - Elektronik für Physiker](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102185 - Elektronik für Physiker \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Vertiefung der Kenntnisse in einem Gebiet der experimentellen Astroteilchenphysik oder Teilchenphysik.
Vermittlung eines Grundverständnisses der digitalen Elektronik und ihrer Anwendung in der experimentellen Physik.
Verstehen digitaler Schaltungen sowie deren Aufbau und Test. Verwendung und Programmierung moderner Hardware der Digitalelektronik (FPGAs) und Beurteilung der gewonnenen Ergebnisse.

Inhalt

Einführung in die digitale Elektronik:

- Zahlensysteme
- Schaltalgebra, elementare Logikgatter
- kombinatorische Logik
- sequentielle Logik, Flip-Flops
- Speicher
- A/D-Wandler
- Programmierbare Elektronik: CPLDs, FPGAs

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen und des Praktikums (135 Stunden).

Empfehlungen

Interesse an Elektronik

Literatur

Literatur wird in der Vorlesung genannt. Außerdem wird ein Skript bereitgestellt.

M

3.62 Modul: Elektronik für Physiker: Digitalelektronik (NF) [M-PHYS-102183]

Verantwortung: Dr. Klaus Rabbertz
Prof. Dr. Marc Weber

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104478	Elektronik für Physiker: Digitalelektronik (NF)	6 LP	Rabbertz, Weber

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Praktikumsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Praktikumstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102182 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102179 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102180 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102184 - Elektronik für Physiker](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102185 - Elektronik für Physiker \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Vertiefung der Kenntnisse in einem Gebiet der experimentellen Astroteilchenphysik oder Teilchenphysik.
Vermittlung eines Grundverständnisses der digitalen Elektronik und ihrer Anwendung in der experimentellen Physik.
Verstehen digitaler Schaltungen sowie deren Aufbau und Test. Verwendung und Programmierung moderner Hardware der Digitalelektronik (FPGAs) und Beurteilung der gewonnenen Ergebnisse.

Inhalt

Einführung in die digitale Elektronik:

- Zahlensysteme
- Schaltalgebra, elementare Logikgatter
- kombinatorische Logik
- sequentielle Logik, Flip-Flops
- Speicher
- A/D-Wandler
- Programmierbare Elektronik: CPLDs, FPGAs

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen und des Praktikums (135 Stunden).

Empfehlungen

Interesse an Elektronik

Literatur

Literatur wird in der Vorlesung genannt. Außerdem wird ein Skript bereitgestellt.

M

3.63 Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen [M-PHYS-102089]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer
Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Pflicht Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
10	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102577	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen	10 LP	Le Tacon, Wernsdorfer, Wulfhekel

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102087 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102090 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten experimentellen Methoden zur Untersuchung der elektronischen Eigenschaften kondensierter Materie sowie einige der zentralen theoretischen Konzepte, die ihnen zugrunde liegen. Sie beherrschen die grundlegenden Werkzeuge zur Untersuchung und zum Verständnis von Wärmetransport, Streuungsmechanismen, Phasenübergängen und Magnetismus. In den Übungen werden die erworbenen Kenntnisse vertieft und auf klassische Probleme der kondensierten Materie angewendet.

Inhalt

- Metall und Isolatoren: Bandstruktur, Fermi-Fläche
- Elektronischer und Wärmetransport - Streuungsmechanismen
- Phasenübergänge: Landau-Theorie, Kritische Exponenten
- Atomarer Magnetismus und magnetische Wechselwirkungen
- Magnetische Strukturen, Dynamik

Anmerkungen

The course will be given in English. Questions and discussions in German are welcome as well.

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (225)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, sowie der Thermodynamik und Statistischen Physik werden vorausgesetzt.

Literatur

- R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Festkörperphysik
- H. Ibach, H. Lüth: Festkörperphysik
- C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik
- S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter

M

3.64 Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen (NF) [M-PHYS-102087]

Verantwortung:	Prof. Dr. Matthieu Le Tacon Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer Prof. Dr. Wulf Wulfhekel
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie Physikalisches Nebenfach / Nanophysik

Leistungspunkte 10	Notenskala best./nicht best.	Turnus Jedes Wintersemester	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
------------------------------	--	---------------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102575	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen (NF)	10 LP	Le Tacon, Wernsdorfer, Wulfhekel

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102089 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102090 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten experimentellen Methoden zur Untersuchung der elektronischen Eigenschaften kondensierter Materie sowie einige der zentralen theoretischen Konzepte, die ihnen zugrunde liegen. Sie beherrschen die grundlegenden Werkzeuge zur Untersuchung und zum Verständnis von Wärmetransport, Streuungsmechanismen, Phasenübergängen und Magnetismus. In den Übungen werden die erworbenen Kenntnisse vertieft und auf klassische Probleme der kondensierten Materie angewendet.

Inhalt

- Metall und Isolatoren: Bandstruktur, Fermi-Fläche
- Elektronischer und Wärmetransport - Streuungsmechanismen
- Phasenübergänge: Landau-Theorie, Kritische Exponenten
- Atomarer Magnetismus und magnetische Wechselwirkungen
- Magnetische Strukturen, Dynamik

Anmerkungen

The course will be given in English. Questions and discussions in German are welcome as well.

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (225)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, sowie der Thermodynamik und Statistischen Physik werden vorausgesetzt.

Literatur

- R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Festkörperphysik
- H. Ibach, H. Lüth: Festkörperphysik
- C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik
- S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter

M

3.65 Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen [M-PHYS-102090]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer
Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Pflicht Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102578	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen	8 LP	Le Tacon, Wernsdorfer, Wulfhekel

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102087 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102089 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten experimentellen Methoden zur Untersuchung der elektronischen Eigenschaften kondensierter Materie sowie einige der zentralen theoretischen Konzepte, die ihnen zugrunde liegen. Sie beherrschen die grundlegenden Werkzeuge zur Untersuchung und zum Verständnis von Wärmetransport, Streuungsmechanismen, Phasenübergängen und Magnetismus.

Inhalt

- Metall und Isolatoren: Bandstruktur, Fermi-Fläche
- Elektronischer und Wärmetransport - Streuungsmechanismen
- Phasenübergänge: Landau-Theorie, Kritische Exponenten
- Atomarer Magnetismus und magnetische Wechselwirkungen
- Magnetische Strukturen, Dynamik

Anmerkungen

The course will be given in English. Questions and discussions in German are welcome as well.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, sowie der Thermodynamik und Statistischen Physik werden vorausgesetzt.

Literatur

- R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Festkörperphysik
- H. Ibach, H. Lüth: Festkörperphysik
- C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik
- S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter

M**3.66 Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen [M-PHYS-102108]**

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Dr. Johannes Rotzinger
Prof. Dr. Alexey Ustinov
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104422	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen	8 LP	Le Tacon, Rotzinger, Ustinov, Wernsdorfer

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102106 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102109 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die physikalischen Eigenschaften der Supraleitung, ein thermodynamischer Zustand des elektronischen Systems von Festkörpern. Sie verstehen klassische und moderne experimentelle Befunde sowie grundlegende theoretische Modelle, wie z.B. das auch außerhalb der Supraleitung gebräuchliche Konzept der Energielücke oder des Quasiteilchens. Sie wenden die erworbenen Kenntnisse auf spezielle Probleme an. Die Studierenden sind in der Lage, sich in aktuelle Literatur zum Thema Supraleitung einzuarbeiten.

Inhalt

Foundations of superconductivity: thermodynamics, electrodynamics, flux quantization, Ginzburg-Landau theory, BCS theory, vortices, tunnel junctions, Josephson junctions, SQUIDs, superconducting electronics, superconducting qubits.

Anmerkungen

The course will be given in English. Questions and discussions in German are welcome as well.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- V.V. Schmidt, "The Physics of Superconductors: Introduction to Fundamentals and Applications", Springer (1997), ISBN 978-3540612438
- M. Tinkham, „Introduction to Superconductivity: Vol I“, Dover Publ. (2004), ISBN: 978-0486435039
- W. Buckel und R. Kleiner, „Supraleitung: Grundlagen und Anwendungen“, Wiley-VCH (2004), ISBN: 978-3527403486

M**3.67 Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen (NF) [M-PHYS-102106]**

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Dr. Johannes Rotzinger
Prof. Dr. Alexey Ustinov
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./ nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104420	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen (NF)	8 LP	Le Tacon, Rotzinger, Ustinov, Wernsdorfer

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102108 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102109 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die physikalischen Eigenschaften der Supraleitung, ein thermodynamischer Zustand des elektronischen Systems von Festkörpern. Sie verstehen klassische und moderne experimentelle Befunde sowie grundlegende theoretische Modelle, wie z.B. das auch außerhalb der Supraleitung gebräuchliche Konzept der Energielücke oder des Quasiteilchens. Sie wenden die erworbenen Kenntnisse auf spezielle Probleme an. Die Studierenden sind in der Lage, sich in aktuelle Literatur zum Thema Supraleitung einzuarbeiten.

Inhalt

Foundations of superconductivity: thermodynamics, electrodynamics, flux quantization, Ginzburg-Landau theory, BCS theory, vortices, tunnel junctions, Josephson junctions, SQUIDS, superconducting electronics, superconducting qubits.

Anmerkungen

The course will be given in English. Questions and discussions in German are welcome as well.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- V.V. Schmidt, "The Physics of Superconductors: Introduction to Fundamentals and Applications", Springer (1997), ISBN 978-3540612438
- M. Tinkham, "Introduction to Superconductivity: Vol I", Dover Publ. (2004), ISBN: 978-0486435039
- W. Buckel und R. Kleiner, "Supraleitung: Grundlagen und Anwendungen", Wiley-VCH (2004), ISBN: 978-3527403486

M

3.68 Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen [M-PHYS-102109]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Dr. Johannes Rotzinger
Prof. Dr. Alexey Ustinov
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104423	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen	4 LP	Le Tacon, Rotzinger, Ustinov, Wernsdorfer

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102106 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102108 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die physikalischen Eigenschaften der Supraleitung, ein thermodynamischer Zustand des elektronischen Systems von Festkörpern. Sie verstehen klassische und moderne experimentelle Befunde sowie grundlegende theoretische Modelle, wie z.B. das auch außerhalb der Supraleitung gebräuchliche Konzept der Energielücke oder des Quasiteilchens. Die Studierenden sind in der Lage, sich in aktuelle Literatur zum Thema Supraleitung einzuarbeiten.

Inhalt

Foundations of superconductivity: thermodynamics, electrodynamics, flux quantization, Ginzburg-Landau theory, BCS theory, vortices, tunnel junctions, Josephson junctions, SQUIDs, superconducting electronics, superconducting qubits.

Anmerkungen

The course will be given in English. Questions and discussions in German are welcome as well.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (90)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- V.V. Schmidt, "The Physics of Superconductors: Introduction to Fundamentals and Applications", Springer (1997), ISBN 978-3540612438
- M. Tinkham, „Introduction to Superconductivity: Vol I“, Dover Publ. (2004), ISBN: 978-0486435039
- W. Buckel und R. Kleiner, „Supraleitung: Grundlagen und Anwendungen“, Wiley-VCH (2004), ISBN: 978-3527403486

M

3.69 Modul: Experimentelle Biophysik II, mit Seminar [M-PHYS-102165]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nienhaus**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte
14**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Jedes Sommersemester**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Deutsch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102532	Experimentelle Biophysik II, mit Seminar	14 LP	Nienhaus

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102166 - Experimentelle Biophysik II, mit Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102167 - Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102168 - Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- können den grundlegenden Aufbau der Biomaterie beschreiben und sind mit den strukturellen, dynamischen und energetischen Eigenschaften vertraut.
- verstehen die physikalischen Prinzipien der biomolekularen Spektroskopie und können die Anwendung der verschiedenen Methoden auf die Untersuchung biomolekularer Prozesse einschätzen.
- sind mit den grundlegenden Ansätzen der Relaxations- und Fluktuationsspektroskopie vertraut.
- verstehen die physikalischen Grundlagen der Wechselwirkungen, die für molekulare Funktionsprozesse essentiell sind (chemische Bindung, Elektronentransfer, Energietransfer) sowie die Parameter, die die Übergangsraten bestimmen.
- eignen sich vertiefte Kenntnisse im Rahmen der Übungen durch Lösung von Übungsaufgaben an. Sie präsentieren Ihre Ergebnisse und entwickeln so ihre Fähigkeiten weiter, die erworbenen Kenntnisse mit den anderen Studierenden zu teilen.
- eignen sich selbständig vertiefte Kenntnisse zu einem speziellen Thema der Biophysik an und halten einen Vortrag zu diesem Thema. Sie entwickeln so ihre Fähigkeiten zur wissenschaftlichen Präsentation, was die Auswahl des Stoffes unter didaktischen Gesichtspunkten, die Gliederung des Vortrages, die Foliengestaltung, die eigentliche Präsentation und die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum umfasst.

Inhalt

Nach einer kurzen Einführung in die Struktur, Dynamik und Energetik der Biomoleküle werden lichtoptische spektroskopische Methoden (u.a. optische Absorption und Fluoreszenz, Infrarot- und Ramanspektroskopie) eingeführt, mit denen sich biomolekulare Strukturen und deren Änderungen als Funktion der Zeit beobachten lassen. Lichtmikroskopische Verfahren, insbesondere mit Höchstauflösung, werden ebenfalls behandelt. Anschließend werden die physikalischen Prinzipien diskutiert, auf denen wichtige biomolekulare Prozesse (Ligandenbindung, Energie- und Elektronentransfer bei der Photosynthese) beruhen.

Arbeitsaufwand

420 h bestehend aus Präsenzzeiten (120 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen sowie des Seminarvortrags (300 h)

Empfehlungen

Grundlagen der Quantenmechanik, Thermodynamik und der Festkörperphysik werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 4 SWS. Übung 2 SWS, Seminar 2 SWS

Literatur

- G. U. Nienhaus: Skripten zur Vorlesung Biophysik I und II
- E. Sackmann & R. Merkel: Lehrbuch der Biophysik
- C. Cantor & P. Schimmel: Biophysical Chemistry
- I. N. Serdyuk, N. R. Zaccai & J. Zaccai: Methods in Molecular Biophysics

M

3.70 Modul: Experimentelle Biophysik II, mit Seminar (NF) [M-PHYS-102166]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nienhaus
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte 14	Notenskala best./nicht best.	Turnus Jedes Sommersemester	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
------------------------------	--	---------------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102533	Experimentelle Biophysik II, mit Seminar (NF)	14 LP	Nienhaus

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102165 - Experimentelle Biophysik II, mit Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102167 - Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102168 - Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- können den grundlegenden Aufbau der Biomaterie beschreiben und sind mit den strukturellen, dynamischen und energetischen Eigenschaften vertraut.
- verstehen die physikalischen Prinzipien der biomolekularen Spektroskopie und können die Anwendung der verschiedenen Methoden auf die Untersuchung biomolekularer Prozesse einschätzen.
- sind mit den grundlegenden Ansätzen der Relaxations- und Fluktuationsspektroskopie vertraut.
- verstehen die physikalischen Grundlagen der Wechselwirkungen, die für molekulare Funktionsprozesse essentiell sind (chemische Bindung, Elektronentransfer, Energietransfer) sowie die Parameter, die die Übergangsraten bestimmen.
- eignen sich vertiefte Kenntnisse im Rahmen der Übungen durch Lösung von Übungsaufgaben an. Sie präsentieren Ihre Ergebnisse und entwickeln so ihre Fähigkeiten weiter, die erworbenen Kenntnisse mit den anderen Studierenden zu teilen.
- eignen sich selbständig vertiefte Kenntnisse zu einem speziellen Thema der Biophysik an und halten einen Vortrag zu diesem Thema. Sie entwickeln so ihre Fähigkeiten zur wissenschaftlichen Präsentation, was die Auswahl des Stoffes unter didaktischen Gesichtspunkten, die Gliederung des Vortrages, die Foliengestaltung, die eigentliche Präsentation und die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum umfasst.

Inhalt

Nach einer kurzen Einführung in die Struktur, Dynamik und Energetik der Biomoleküle werden lichtoptische spektroskopische Methoden (u.a. optische Absorption und Fluoreszenz, Infrarot- und Ramanspektroskopie) eingeführt, mit denen sich biomolekulare Strukturen und deren Änderungen als Funktion der Zeit beobachten lassen. Lichtmikroskopische Verfahren, insbesondere mit Höchstauflösung, werden ebenfalls behandelt. Anschließend werden die physikalischen Prinzipien diskutiert, auf denen wichtige biomolekulare Prozesse (Ligandenbindung, Energie- und Elektronentransfer bei der Photosynthese) beruhen.

Arbeitsaufwand

420 h bestehend aus Präsenzzeiten (120 h), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen sowie des Seminarvortrags (300 h)

Empfehlungen

Grundlagen der Quantenmechanik, Thermodynamik und der Festkörperphysik werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS, Seminar 2 SWS

Literatur

- G. U. Nienhaus: Skripten zur Vorlesung Biophysik I und II
- E. Sackmann & R. Merkel: Lehrbuch der Biophysik
- C. Cantor & P. Schimmel: Biophysical Chemistry
- I. N. Serdyuk, N. R. Zaccai & J. Zaccai: Methods in Molecular Biophysics

M

3.71 Modul: Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar [M-PHYS-102167]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nienhaus**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104471	Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar	12 LP	Nienhaus

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102165 - Experimentelle Biophysik II, mit Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102166 - Experimentelle Biophysik II, mit Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102168 - Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- können den grundlegenden Aufbau der Biomaterie beschreiben und sind mit den strukturellen, dynamischen und energetischen Eigenschaften vertraut.
- verstehen die physikalischen Prinzipien der biomolekularen Spektroskopie und können die Anwendung der verschiedenen Methoden auf die Untersuchung biomolekularer Prozesse einschätzen.
- sind mit den grundlegenden Ansätzen der Relaxations- und Fluktuationsspektroskopie vertraut.
- verstehen die physikalischen Grundlagen der Wechselwirkungen, die für molekulare Funktionsprozesse essentiell sind (chemische Bindung, Elektronentransfer, Energietransfer) sowie die Parameter, die die Übergangsraten bestimmen.
- eignen sich vertiefte Kenntnisse im Rahmen der Übungen durch Lösung von Übungsaufgaben an. Sie präsentieren Ihre Ergebnisse und entwickeln so ihre Fähigkeiten weiter, die erworbenen Kenntnisse mit den anderen Studierenden zu teilen.

Inhalt

Nach einer kurzen Einführung in die Struktur, Dynamik und Energetik der Biomoleküle werden lichtoptische spektroskopische Methoden (u.a. optische Absorption und Fluoreszenz, Infrarot- und Ramanspektroskopie) eingeführt, mit denen sich biomolekulare Strukturen und deren Änderungen als Funktion der Zeit beobachten lassen. Lichtmikroskopische Verfahren, insbesondere mit Höchstauflösung, werden ebenfalls behandelt. Anschließend werden die physikalischen Prinzipien diskutiert, auf denen wichtige biomolekulare Prozesse (Ligandenbindung, Energie- und Elektronentransfer bei der Photosynthese) beruhen.

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (270 h).

Empfehlungen

Grundlagen der Quantenmechanik, Thermodynamik und der Festkörperphysik werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

- G. U. Nienhaus: Skripten zur Vorlesung Biophysik I und II
- E. Sackmann & R. Merkel: Lehrbuch der Biophysik
- C. Cantor & P. Schimmel: Biophysical Chemistry
- I. N. Serdyuk, N. R. Zaccai & J. Zaccai: Methods in Molecular Biophysics

M

3.72 Modul: Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar (NF) [M-PHYS-102168]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nienhaus
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104472	Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar (NF)	12 LP	Nienhaus

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102165 - Experimentelle Biophysik II, mit Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102166 - Experimentelle Biophysik II, mit Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102167 - Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- können den grundlegenden Aufbau der Biomaterie beschreiben und sind mit den strukturellen, dynamischen und energetischen Eigenschaften vertraut.
- verstehen die physikalischen Prinzipien der biomolekularen Spektroskopie und können die Anwendung der verschiedenen Methoden auf die Untersuchung biomolekularer Prozesse einschätzen.
- sind mit den grundlegenden Ansätzen der Relaxations- und Fluktuationsspektroskopie vertraut.
- verstehen die physikalischen Grundlagen der Wechselwirkungen, die für molekulare Funktionsprozesse essentiell sind (chemische Bindung, Elektronentransfer, Energietransfer) sowie die Parameter, die die Übergangsraten bestimmen.
- eignen sich vertiefte Kenntnisse im Rahmen der Übungen durch Lösung von Übungsaufgaben an. Sie präsentieren Ihre Ergebnisse und entwickeln so ihre Fähigkeiten weiter, die erworbenen Kenntnisse mit den anderen Studierenden zu teilen.

Inhalt

Nach einer kurzen Einführung in die Struktur, Dynamik und Energetik der Biomoleküle werden lichtoptische spektroskopische Methoden (u.a. optische Absorption und Fluoreszenz, Infrarot- und Ramanspektroskopie) eingeführt, mit denen sich biomolekulare Strukturen und deren Änderungen als Funktion der Zeit beobachten lassen. Lichtmikroskopische Verfahren, insbesondere mit Höchstauflösung, werden ebenfalls behandelt. Anschließend werden die physikalischen Prinzipien diskutiert, auf denen wichtige biomolekulare Prozesse (Ligandenbindung, Energie- und Elektronentransfer bei der Photosynthese) beruhen.

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

Grundlagen der Quantenmechanik, Thermodynamik und der Festkörperphysik werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

- G. U. Nienhaus: Skripten zur Vorlesung Biophysik I und II
- E. Sackmann & R. Merkel: Lehrbuch der Biophysik
- C. Cantor & P. Schimmel: Biophysical Chemistry
- I. N. Serdyuk, N. R. Zaccai & J. Zaccai: Methods in Molecular Biophysics

M

3.73 Modul: Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen [M-PHYS-105391]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gudrun Heinrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110880	Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen	6 LP	Heinrich

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

The students will acquire knowledge about Quantum Chromodynamics as a non-Abelian gauge theory and about perturbation theory in the strong coupling. After the course they will be able to calculate simple one-loop integrals. They will have obtained an overview on methods to perform calculations at higher orders in perturbation theory.

Inhalt

QCD Lagrangian, Feynman rules, colour algebra, soft and collinear singularities, UV singularities, one-loop integrals, from amplitudes to cross sections, beyond one loop

Arbeitsaufwand

180 h bestehend aus Präsenzzeiten (45 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (135 h)

Empfehlungen

Kenntnisse auf dem Level von TTP1 sinnvoll

Literatur

- Dissertori, Knowles, Schmelling, "Quantum Chromodynamics: High energy experiments and theory", Oxford University Press;
- T. Muta, "Foundations of QCD", World Scientific;
- Campbell, Houston, Krauss, "The black book of Quantum Chromodynamics", Oxford University Press;
- V.A. Smirnov, "Feynman Integral Calculus", Springer 2006.

M

3.74 Modul: Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen (NF) [M-PHYS-105393]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110882	Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen (NF)	6 LP	Heinrich

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

The students will acquire knowledge about Quantum Chromodynamics as a non-Abelian gauge theory and about perturbation theory in the strong coupling. After the course they will be able to calculate simple one-loop integrals. They will have obtained an overview on methods to perform calculations at higher orders in perturbation theory.

Inhalt

QCD Lagrangian, Feynman rules, colour algebra, soft and collinear singularities, UV singularities, one-loop integrals, from amplitudes to cross sections, beyond one loop

Arbeitsaufwand

180 h bestehend aus Präsenzzeiten (45 h) und Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (135 h)

Empfehlungen

Kenntnisse auf dem Level von TTP1 sinnvoll

Literatur

- Dissertori, Knowles, Schmelling, "Quantum Chromodynamics: High energy experiments and theory", Oxford University Press;
- T. Muta, "Foundations of QCD", World Scientific;
- Campbell, Houston, Krauss, "The black book of Quantum Chromodynamics", Oxford University Press;
- V.A. Smirnov, "Feynman Integral Calculus", Springer 2006.

M

3.75 Modul: Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, ohne Übungen [M-PHYS-105392]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gudrun Heinrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1**Pflichtbestandteile**

T-PHYS-110881	Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, ohne Übungen	4 LP	Heinrich
---------------	---	------	----------

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

The students will acquire knowledge about Quantum Chromodynamics as a non-Abelian gauge theory and about perturbation theory in the strong coupling. After the course they will be able to calculate simple one-loop integrals. They will have obtained an overview on methods to perform calculations at higher orders in perturbation theory.

Inhalt

QCD Lagrangian, Feynman rules, colour algebra, soft and collinear singularities, UV singularities, one-loop integrals, from amplitudes to cross sections, beyond one loop

Arbeitsaufwand

120 h bestehend aus Präsenzzeiten (30 h) und Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (90 h)

Empfehlungen

Kenntnisse auf dem Level von TTP1 sinnvoll

Literatur

- Dissertori, Knowles, Schmelling, "Quantum Chromodynamics: High energy experiments and theory", Oxford University Press;
- T. Muta, "Foundations of QCD", World Scientific;
- Campbell, Houston, Krauss, "The black book of Quantum Chromodynamics", Oxford University Press;
- V.A. Smirnov, "Feynman Integral Calculus", Springer 2006.

M

3.76 Modul: Festkörperspektroskopie, mit Übungen [M-PHYS-105074]

Verantwortung:	Prof. Dr. Matthieu Le Tacon Dr. Frank Weber
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110292	Festkörperspektroskopie, mit Übungen	6 LP	Le Tacon, Weber

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind vertraut mit modernen röntgen- und neutronenspektroskopischen Methoden zur Untersuchung der elektronischen, magnetischen und schwingungstechnischen Eigenschaften von Systemen der kondensierten Materie. Sie sind eingeführt in den Formalismus der zweiten Quantisierung und in die Theorie der linearen Antwort. Aus der Physik der Quantenmaterialien kennen die Studierenden einige aktuelle Forschungsbeispiele.

Inhalt

- Grundlagen of Photon/Neutron/Elektron-Materie Wechselwirkung
- Zweiter Quantisierungsformalismus - Anwendung auf die Streutheorie
- Einführung in die lineare Response-Theorie - generalisierte Suszeptibilität
- Allgemeines zur Röntgen- und Synchrotronstrahlung
- Röntgenspektroskopien: Absorption, inelastische Streuung, resonante Streuung
- Allgemeines zur Neutronenstreuung - Neutronenanlagen
- Neutronenspektroskopie

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135 Stunden)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, sowie der Thermodynamik und Statistischen Physik werden vorausgesetzt.

Literatur

- Elements of Modern X-ray Physics, Als-Nielsen and McMorrow, Wiley
- Festkörperphysik, Marx and Gross, de Gruyter
- Solid-State Spectroscopy, Kuzmani, Springer
- Introduction to the theory of thermal neutron scattering, Squires, Dove

M

3.77 Modul: Field Theories of Condensed Matter: Conformal Field Theory [M-PHYS-104548]

Verantwortung:	Dr. Igor Gornyi Dr. Boris Narozhnyy
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Wahl Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte 8	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109320	Field Theories of Condensed Matter: Conformal Field Theory	8 LP	Gornyi, Narozhnyy

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

Keine

Qualifikationsziele

The students understand the theory of condensed matter and know the most important phenomena and concepts in the physics of low-dimensional quantum systems, as well as the corresponding field-theoretical approaches.

Inhalt

Preliminary structure:

1. Introduction
2. Conformal transformations, conformal group in d dimensions, conformal algebra in 2 dimensions
3. Conformal theories in 2 dimensions, central charge, Virasoro algebra
4. Scaling approach to critical phenomena, Ising model, Potts model
5. Bosonization in 1+1 dimensions, Gaussian model, XXZ model
6. Non-Abelian bosonization, Sugawara construction
7. Recent applications: basics of AdS/CFT correspondence, Sachdev-Ye-Kitaev model, stochastic Schramm-Loewner evolution

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (180)

Empfehlungen

Basic knowledge of solid state physics, quantum mechanics, and statistical physics is assumed. It is recommended to take this course after the course Theorie der Kondensierten Materie I.

Literatur

- E. Brezin and J. Zinn-Justin (Editors), Fields, Strings, and critical Phenomena (Les Houches 1988)
 P. Di Francesco, P. Mathieu, and D. Senechal, Conformal Field Theory.
 T. Giamarchi, Quantum Physics in One Dimension
 A.O. Gogolin, A.A. Nersesyan, A.M. Tsvelik, Bosonization and Strongly Correlated Systems

M

3.78 Modul: Flavour Physics in the Standard Model and beyond [M-PHYS-105064]

Verantwortung: Dr. Monika Blanke
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte
4

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110281	Flavour Physics in the Standard Model and beyond	4 LP	Blanke, Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen und vertiefen die Methodik der Theoretischen Flavour-Physik. Sie haben ein Verständnis der Phänomenologie des Flavour-Sektors in und jenseits des Standardmodells.

Inhalt

- Flavour and CP violation in the Standard Model
- Determination of CKM elements
- Phenomenology of flavour and CP violating processes
- Flavour physics beyond the Standard Model: Minimal Flavour Violation
- New sources of flavour and CP violation
- Selected "hot topics" in rare meson decays

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (90 Stunden).

Empfehlungen

Grundkenntnisse des Standardmodells der Teilchenphysik, insbesondere der starken und schwachen Wechselwirkung sowie des Yukawa-Sektors, z.B. aus der Vorlesung "Einführung in die Theoretische Teilchenphysik". Es wird empfohlen, parallel die Vorlesung zur experimentellen Flavourphysik zu besuchen.

Literatur

Wird in der Vorlesung angegeben

M

3.79 Modul: Full-waveform Inversion, unbenotet [M-PHYS-104522]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte 6	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 2
-----------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109272	Full-waveform inversion	6 LP	Bohlen, Hertweck

Erfolgskontrolle(n)

Final pass based on successful participation of the exercises.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

The students know the fundamentals about full-waveform inversion from theory to practical implementation. They understand the basic concept of full-waveform inversion and grid-based finite-difference schemes to solve the wave equation. They understand important practical aspects such as numerical effects and critical performance issues. Students are able to implement a basic full-waveform inversion algorithm and apply it to simple data sets. They can analyze important factors influencing the success of full-waveform inversion and assess the quality of inversion results.

Inhalt

- Introduction to full-waveform inversion (FWI)
- Solution of the wave equation with the finite-difference method
- Practical issues and numerical effects
- Adjoint-state method
- Adaption of the adjoint-state method for FWI
- FWI of shallow seismic wavefields

Zusammensetzung der Modulnote

Die Studienleistung ist unbenotet.

Arbeitsaufwand

180 h hours composed of contact time (45 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (135 h)

Empfehlungen

Knowledge of differential calculus is essential. Experience with Matlab and general computer skills are beneficial.

Lehr- und Lernformen

4060181 Seismic Full Waveform Inversion (V2)
 4060182 Exercises to Seismic Full Waveform Inversion (Ü1)

Literatur

- Andreas Fichtner, "Full Seismic Waveform Modelling and Inversion", 2011, Springer.

M

3.80 Modul: Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane, benotet [M-PHYS-101873]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Joachim Ritter
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte
6

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-103572	Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane, Studienleistung	4 LP	Ritter
T-PHYS-103674	Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane, Prüfung	2 LP	Ritter

Erfolgskontrolle(n)

Prerequisite: participation in all lectures and practicals

Exam: Presentations

Voraussetzungen

Introduction to Volcanology (lecture in summer term)

Qualifikationsziele

Students have gained general knowledge of tectonics and geodynamics of the Mediterranean. They understand how tectonics and the geodynamic situation in the region led to the development of current volcanism. They can name active volcanoes in the Mediterranean, understand their formation and evolution.

Students know and understand concepts and definitions of geohazard and risk related to volcanism in the Mediterranean, and are able to distinguish one from another. They can apply their knowledge to geophysical problems, and are able to assess hazard potential of Mediterranean volcanoes.

Students have gained knowledge in modelling volcanic ash dispersal and volcanic ballistic objects and can apply their knowledge to Mediterranean volcanoes.

Students are able to plan a small seismic experiment at an active volcano, discuss advantages and disadvantages of certain measuring configurations, install seismic stations in the field, convert the data recorded to common formats, analyze and interpret it.

Students are able to work on a given concrete problem in a self-organized and solution-oriented manner. They can survey, analyze, interpret and evaluate those questions, summarize their answers in a report and formulate their own questions. They are able to discuss scientific literature with fellow students and to represent their own point of view. They can also critically question the other's point of view. They are able to present their own work as talk and/or poster.

Inhalt

- Geodynamics and volcanism of the Mediterranean
- Volcanic hazard and risk related to Mediterranean volcanoes
- Modelling volcanic ash dispersal and trajectories of volcanic ballistic objects
- Seismic instrumentation at volcanoes
- Set-up of seismic instruments in different configurations
- Seismic data analysis
- Presentation of talk and poster

Zusammensetzung der Modulnote

Presentation in the field including discussion (30%) and poster presentation after in situ lecture (70%) will be graded. A detailed rating scheme will be distributed during the first lecture.

Anmerkungen

Kurs wird in englischer Sprache gehalten.

Arbeitsaufwand

180 hours which comprise the following:

- Lectures at GPI before in situ: 6 h
- Practicals at GPI before in situ: 8 h
- Practicals at GPI after in situ: 12 h
- Preparation of a presentation held during in situ (in groups of 2): 16 h
- Preparation of a poster and presentation after in situ: 42 h
- In situ lecture (12 days): 96 h

Lehr- und Lernformen

Classroom lecture, in situ lecture, practicals, computer exercises, presentations

Literatur

Will be announced during the first lecture.

M**3.81 Modul: Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, benotet [M-PHYS-101952]**

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Joachim Ritter
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte
4

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Deutsch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-103571	Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, Studienleistung	3 LP	Ritter
T-PHYS-103673	Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, Prüfung	1 LP	Ritter

Erfolgskontrolle(n)

Bearbeitung von Übungsblättern, Präsentation eines eigenen Vortrags, Erstellung eines Skriptabschnitts, schriftliche Anfertigung einer Zusammenfassung des Vortrags, Halten eines Vortrags im Gelände

Voraussetzungen

siehe untergeordnete Teilleistung

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-101872 - Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs](#), unbenotet darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen unterschiedliche Methoden, um Vulkane geophysikalisch in der Tiefe zu erkunden. Insbesondere verfügen sie über ein fundiertes Wissen im Bereich der Bohrlochmethoden im vulkanischen Umfeld.

Die Studierenden verstehen die Geschichte des Vulkanismus in einem miozänen Vulkankomplex, können dessen Entstehung wiedergeben und einordnen und mit den Ergebnissen geophysikalischer Untersuchungen verknüpfen. Im Gelände können sie die Strukturen des miozänen Vulkankomplexes erkennen und mit den Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen, insbesondere denen der Forschungsbohrungen am Vogelsberg sowie den in den Bohrungen durchgeführten Experimenten, analysieren und interpretieren.

Die Studierenden können sich in einfache Themen und Problemstellungen einarbeiten, diese überblicken, analysieren, interpretieren und bewerten. Sie sind in der Lage, fachbezogen zu argumentieren und über die Inhalte mit Kommilitonen zu diskutieren und ihren eigenen Standpunkt zu vertreten. Ebenso können sie den Standpunkt der anderen kritisch hinterfragen.

Inhalt

- Methoden der geophysikalischen Tiefenerkundung an Vulkanen
- Physikalische Bohrlochmessungen am Vulkan
- Aufbau eines miozänen Vulkankomplexes
- Geotope im Vogelsberg

Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote wird durch die Note der Erfolgskontrolle anderer Art bestimmt.

Bewertet wird: Schriftliche Zusammenfassung des Vortrags.

Arbeitsaufwand

120 h teilen sich wie folgt auf:

- Vorlesung in Karlsruhe zur Vorbereitung inkl. deren Vor- und Nachbereitung: 5 h
- Bearbeiten von Übungsblättern: 5 h
- Erstellen eines Skriptkapitels: 20 h
- In-Situ-Vorlesung im Vogelsberg; 40 h
- Vorbereitung eines Vortrags: 20 h
- Schriftliche Zusammenfassung des Vortrags: 30 h

M**3.82 Modul: Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, unbenotet [M-PHYS-101872]**

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Joachim Ritter
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
3	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-103571	Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, Studienleistung	3 LP	Ritter

Erfolgskontrolle(n)

Bearbeitung von Übungsblättern, Präsentation eines eigenen Vortrags, Erstellung eines Skriptabschnitts, schriftliche Anfertigung eines Reflexionsberichts

Voraussetzungen

siehe untergeordnete Teilleistung

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-101952 - Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, benotet](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen unterschiedliche Methoden, um Vulkane geophysikalisch in der Tiefe zu erkunden. Insbesondere verfügen sie über ein fundiertes Wissen im Bereich der Bohrlochmethoden im vulkanischen Umfeld.

Die Studierenden verstehen die Geschichte des Vulkanismus in einem miozänen Vulkankomplex, können dessen Entstehung wiedergeben und einordnen und mit den Ergebnissen geophysikalischer Untersuchungen verknüpfen. Im Gelände können sie die Strukturen des miozänen Vulkankomplexes erkennen und mit den Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen, insbesondere denen der Forschungsbohrungen am Vogelsberg sowie den in den Bohrungen durchgeführten Experimenten, analysieren und interpretieren.

Die Studierenden sind in der Lage, fachliche Diskussionen mit Kommilitonen zu führen und deren Standpunkt kritisch zu hinterfragen.

Inhalt

- Methoden der geophysikalischen Tiefenerkundung an Vulkanen
- Physikalische Bohrlochmessungen am Vulkan
- Aufbau eines miozänen Vulkankomplexes
- Geotope im Vogelsberg

Zusammensetzung der Modulnote

Die Studienleistung ist unbenotet.

Arbeitsaufwand

90 h teilen sich wie folgt auf:

- Vorlesung in Karlsruhe zur Vorbereitung inkl. deren Vor- und Nachbereitung: 5 h
- Bearbeiten von Übungsblättern: 5 h
- Erstellen eines Skriptkapitels: 20 h
- In-Situ-Vorlesung im Vogelsberg; 40 h
- Vorbereitung eines Vortrags: 20 h

M

3.83 Modul: Grundlagen der Nanotechnologie I [M-PHYS-102097]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Gernot Goll
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Pflichtbestandteil\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Pflichtbestandteil\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102529	Grundlagen der Nanotechnologie I	4 LP	Goll

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102096 - Grundlagen der Nanotechnologie I \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden vertiefen ihr Wissen auf einem Gebiet der Nano-Physik, beherrschen die relevanten theoretischen Konzepte und sind mit grundlegenden Techniken und Messmethoden der Nano-Analytik und der Lithographie vertraut.

Inhalt

Einführung in zentrale Gebiete der Nanotechnologie;

Vermittlung der konzeptionellen, theoretischen und insbesondere methodischen Grundlagen:

- Methoden der Abbildung und Charakterisierung (Nanoanalytik)
Grundlegende Konzepte der Elektronenmikroskopie und der damit verbundenen analytischen Möglichkeiten werden einführend behandelt. Rastersondenverfahren wie die Tunnel- und die Kraftmikroskopie zur Untersuchung und Abbildung leitfähiger bzw. isolierender Probenoberflächen werden diskutiert. Ergänzend werden spektroskopische Möglichkeiten der Rastersondenverfahren erläutert.
- Methoden der Herstellung von Nanostrukturen (Lithographie und Selbstorganisation)
Entlang der einzelnen Prozessschritte von der Belackung über die Belichtung bis hin zur Strukturübertragung durch Ätzen und Bedampfen werden die eingesetzten Methoden erläutert, deren Einsatzgrenzen diskutiert und aktuelle Entwicklungen aufgezeigt.

Die Vorlesung „Nanotechnologie II“ behandelt im Sommersemester Anwendungsgebiete und aktuelle Forschungsthemen.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung. (90)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik und der Quantenmechanik werden erwartet.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS

Literatur

Zur Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes wird auf verschiedene Lehrbücher sowie Original- und Übersichtsartikel verwiesen. Eine ausführliche Liste wird in der Vorlesung genannt.

M

3.84 Modul: Grundlagen der Nanotechnologie I (NF) [M-PHYS-102096]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Gernot Goll
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102528	Grundlagen der Nanotechnologie I (NF)	4 LP	Goll

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch Teilnahme an der Vorlesung und eine mündliche Erfolgskontrolle, z.B. in Form eines Kolloquiums oder eines kurzen Referates zu Themen der Vorlesung erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102097 - Grundlagen der Nanotechnologie I](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden vertiefen ihr Wissen auf einem Gebiet der Nano-Physik, beherrschen die relevanten theoretischen Konzepte und sind mit grundlegenden Techniken und Messmethoden der Nano-Analytik und der Lithographie vertraut.

Inhalt

Einführung in zentrale Gebiete der Nanotechnologie;

Vermittlung der konzeptionellen, theoretischen und insbesondere methodischen Grundlagen:

- Methoden der Abbildung und Charakterisierung (Nanoanalytik)
Grundlegende Konzepte der Elektronenmikroskopie und der damit verbundenen analytischen Möglichkeiten werden einführend behandelt. Rastersondenverfahren wie die Tunnel- und die Kraftmikroskopie zur Untersuchung und Abbildung leitfähiger bzw. isolierender Probenoberflächen werden diskutiert. Ergänzend werden spektroskopische Möglichkeiten der Rastersondenverfahren erläutert.
- Methoden der Herstellung von Nanostrukturen (Lithographie und Selbstorganisation)
Entlang der einzelnen Prozessschritte von der Belackung über die Belichtung bis hin zur Strukturübertragung durch Ätzen und Bedampfen werden die eingesetzten Methoden erläutert, deren Einsatzgrenzen diskutiert und aktuelle Entwicklungen aufgezeigt.

Die Vorlesung „Nanotechnologie II“ behandelt im Sommersemester Anwendungsgebiete und aktuelle Forschungsthemen.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung. (90)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik und der Quantenmechanik werden erwartet.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS

Literatur

Zur Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes wird auf verschiedene Lehrbücher sowie Original- und Übersichtsartikel verwiesen. Eine ausführliche Liste wird in der Vorlesung genannt.

M

3.85 Modul: Grundlagen der Nanotechnologie II [M-PHYS-102100]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Gernot Goll
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Pflichtbestandteil\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Pflichtbestandteil\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102531	Grundlagen der Nanotechnologie II	4 LP	Goll

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102099 - Grundlagen der Nanotechnologie II \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Der Studierende vertieft sein Wissen auf dem Gebiet der Nanophysik, beherrscht die relevanten theoretischen Konzepte und ist mit den grundlegenden Anwendungsbereichen der Nanophysik vertraut. Der Studierende ist befähigt, aktuelle Daten und Abbildungen aus der wissenschaftlichen Literatur zu interpretieren und den aktuellen Stand der Forschung sowie wichtige „offene Fragen“ darzustellen.

Inhalt

Einführung in zentrale Gebiete der Nanotechnologie

Vermittlung der konzeptionellen, theoretischen und insbesondere methodischen Grundlagen;

Anwendungen und aktuelle Entwicklungen u.a. aus den Bereichen Nanoelektronik, Nanooptik, Nanomechanik, Nanotribologie, Biologische Nanostrukturen, Selbstorganisierte Nanostrukturen.

Ergänzend hierzu behandelt die Vorlesung „Grundlagen der Nanotechnologie I“ im Wintersemester Methoden der Abbildung, Charakterisierung und der Herstellung von Nanostrukturen.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik und der Quantenmechanik werden erwartet.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS

Literatur

Zur Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes wird auf verschiedene Lehrbücher sowie Original- und Übersichtsartikel verwiesen. Eine ausführliche Liste wird in der Vorlesung genannt.

M

3.86 Modul: Grundlagen der Nanotechnologie II (NF) [M-PHYS-102099]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Gernot Goll
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102530	Grundlagen der Nanotechnologie II (NF)	4 LP	Goll

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch Teilnahme an der Vorlesung und eine mündliche Erfolgskontrolle, z.B. in Form eines Kolloquiums oder eines kurzen Referates zu Themen der Vorlesung erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102100 - Grundlagen der Nanotechnologie II](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Der Studierende vertieft sein Wissen auf dem Gebiet der Nanophysik, beherrscht die relevanten theoretischen Konzepte und ist mit den grundlegenden Anwendungsbereichen der Nanophysik vertraut. Der Studierende ist befähigt, aktuelle Daten und Abbildungen aus der wissenschaftlichen Literatur zu interpretieren und den aktuellen Stand der Forschung sowie wichtige „offene Fragen“ darzustellen.

Inhalt

Einführung in zentrale Gebiete der Nanotechnologie

Vermittlung der konzeptionellen, theoretischen und insbesondere methodischen Grundlagen;

Anwendungen und aktuelle Entwicklungen u.a. aus den Bereichen Nanoelektronik, Nanooptik, Nanomechanik, Nanotribologie, Biologische Nanostrukturen, Selbstorganisierte Nanostrukturen.

Ergänzend hierzu behandelt die Vorlesung „Grundlagen der Nanotechnologie I“ im Wintersemester Methoden der Abbildung, Charakterisierung und der Herstellung von Nanostrukturen.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik und der Quantenmechanik werden erwartet.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS

Literatur

Zur Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes wird auf verschiedene Lehrbücher sowie Original- und Übersichtsartikel verwiesen. Eine ausführliche Liste wird in der Vorlesung genannt.

M

3.87 Modul: Halbleiterphysik, mit Übungen [M-PHYS-102131]

Verantwortung:	Prof. Dr. Heinz Kalt
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Pflicht Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
10	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102343	Halbleiterphysik, mit Übungen	10 LP	Kalt

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102130 - Halbleiterphysik, mit Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-102301 - Halbleiterphysik, ohne Übungen** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- kennen charakteristische Details der Halbleiter-Bandstruktur und können diese theoretisch begründen
- beherrschen die Beschreibung von Gleichgewichts- sowie Nichtgleichgewichtsprozessen und können hierzu typische Phänomene in Halbleitern berechnen
- können mit Hilfe der Differentialgleichungen der inneren Elektronik Transportphänomene und dynamische Probleme erklären und selbst berechnen
- verstehen die Bedeutung von zeitlicher bzw. räumlicher Inhomogenität als Antrieb für diese Prozesse
- verstehen die Bandverläufe und physikalischen Eigenschaften von Halbleiter-Übergängen
- können an Hand der gelernten Grundlagen das phänomenologische Verhalten und typische Anwendungen von Halbleiterbauelementen beschreiben und theoretisch begründen
- können an ausgewählten Beispielen das Verhalten von Bauelementen selbst berechnen

Inhalt

1. Grundlegende Eigenschaften von Halbleitern (Materialklassen, Bandstruktur, k^*p -Theorie, Statistik, Boltzmann-Gleichgewicht)
2. Nichtgleichgewichtsprozesse in Halbleitern (Boltzmann-Gleichung, Generation und Rekombination, Transportphänomene)
3. Halbleiterübergänge im thermodynamischen Gleichgewicht (pn-Übergang, Heteroübergänge, niederdimensionale Halbleiter, Schottky-Kontakt, ohmscher Kontakt, Isolator-Halbleiter-Übergang)
4. Halbleiterübergänge im Nichtgleichgewicht/ Bauelemente (Diode, Photodiode, Solarzelle, LED, Diodenlaser, Mikrowellenbauelemente, bipolarer Transistor, Feldeffekttransistor, CCD, Speicherbauelemente, ...)
5. Halbleiter-Technologie (Epitaxie, Dotierung, Strukturierung, Integration)

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75 Std.), Nachbereitung der Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben sowie Prüfungsvorbereitung (225 Std.)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

R. Enderlein, N. Horing: *Fundamentals of Semiconductor Physics and Devices*

M. Grundmann: *The Physics of Semiconductors*

S.M. Sze, K.K. Ng: *Physics of Semiconductor Devices*

M

3.88 Modul: Halbleiterphysik, mit Übungen (NF) [M-PHYS-102130]

Verantwortung: Prof. Dr. Heinz Kalt
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
10	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102301	Halbleiterphysik, mit Übungen (NF)	10 LP	Kalt

Erfolgskontrolle(n)

Nachweis dieses Moduls als physikalisches Nebenfach ist die erfolgreiche Beteiligung an den Übungen erforderlich. Diese wird als unbenotete Studienleistung bescheinigt.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102131 - Halbleiterphysik, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102301 - Halbleiterphysik, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- kennen charakteristische Details der Halbleiter-Bandstruktur und können diese theoretisch begründen
- beherrschen die Beschreibung von Gleichgewichts- sowie Nichtgleichgewichtsprozessen und können hierzu typische Phänomene in Halbleitern berechnen
- können mit Hilfe der Differentialgleichungen der inneren Elektronik Transportphänomene und dynamische Probleme erklären und selbst berechnen
- verstehen die Bedeutung von zeitlicher bzw. räumlicher Inhomogenität als Antrieb für diese Prozesse
- verstehen die Bandverläufe und physikalischen Eigenschaften von Halbleiter-Übergängen
- können an Hand der gelernten Grundlagen das phänomenologische Verhalten und typische Anwendungen von Halbleiterbauelementen beschreiben und theoretisch begründen
- können an ausgewählten Beispielen das Verhalten von Bauelementen selbst berechnen

Inhalt

1. Grundlegende Eigenschaften von Halbleitern (Materialklassen, Bandstruktur, k^*p -Theorie, Statistik, Boltzmann-Gleichgewicht)
2. Nichtgleichgewichtsprozesse in Halbleitern (Boltzmann-Gleichung, Generation und Rekombination, Transportphänomene)
3. Halbleiterübergänge im thermodynamischen Gleichgewicht (pn-Übergang, Heteroübergänge, niederdimensionale Halbleiter, Schottky-Kontakt, ohmscher Kontakt, Isolator-Halbleiter-Übergang)
4. Halbleiterübergänge im Nichtgleichgewicht/ Bauelemente (Diode, Photodiode, Solarzelle, LED, Diodenlaser, Mikrowellenbauelemente, bipolarer Transistor, Feldeffekttransistor, CCD, Speicherbauelemente, ...)
5. Halbleiter-Technologie (Epitaxie, Dotierung, Strukturierung, Integration)

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75 Std.), Nachbereitung der Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben (225 Std.)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

R. Enderlein, N. Horing: *Fundamentals of Semiconductor Physics and Devices*

M. Grundmann: *The Physics of Semiconductors*

S.M. Sze, K.K. Ng: *Physics of Semiconductor Devices*

M

3.89 Modul: Halbleiterphysik, ohne Übungen [M-PHYS-102301]

Verantwortung:	Prof. Dr. Heinz Kalt
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Pflicht Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104590	Halbleiterphysik, ohne Übungen	8 LP	Kalt

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102130 - Halbleiterphysik, mit Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-102131 - Halbleiterphysik, mit Übungen** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- kennen charakteristische Details der Halbleiter-Bandstruktur und können diese theoretisch begründen
- beherrschen die Beschreibung von Gleichgewichts- sowie Nichtgleichgewichtsprozessen
- können mit Hilfe der Differentialgleichungen der inneren Elektronik Transportphänomene und dynamische Probleme erklären
- verstehen die Bedeutung von zeitlicher bzw. räumlicher Inhomogenität als Antrieb für diese Prozesse
- verstehen die Bandverläufe und physikalischen Eigenschaften von Halbleiter-Übergängen
- können an Hand der gelernten Grundlagen das phänomenologische Verhalten und typische Anwendungen von Halbleiterbauelementen beschreiben und theoretisch begründen

Inhalt

1. Grundlegende Eigenschaften von Halbleitern (Materialklassen, Bandstruktur, k^*p -Theorie, Statistik, Boltzmann-Gleichgewicht)
2. Nichtgleichgewichtsprozesse in Halbleitern (Boltzmann-Gleichung, Generation und Rekombination, Transportphänomene)
3. Halbleiterübergänge im thermodynamischen Gleichgewicht (pn-Übergang, Heteroübergänge, niederdimensionale Halbleiter, Schottky-Kontakt, ohmscher Kontakt, Isolator-Halbleiter-Übergang)
4. Halbleiterübergänge im Nichtgleichgewicht/ Bauelemente (Diode, Photodiode, Solarzelle, LED, Diodenlaser, Mikrowellenbauelemente, bipolarer Transistor, Feldeffektransistor, CCD, Speicherbauelemente, ...)
5. Halbleiter-Technologie (Epitaxie, Dotierung, Strukturierung, Integration)

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Std.), Nachbereitung der Vorlesung sowie Prüfungsvorbereitung (180 Std.)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

R. Enderlein, N. Horing: *Fundamentals of Semiconductor Physics and Devices*

M. Grundmann: *The Physics of Semiconductors*

S.M. Sze, K.K. Ng: *Physics of Semiconductor Devices*

M**3.90 Modul: Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik [M-PHYS-102207]**

Verantwortung:	Studiendekan Physik
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	best./nicht best.	Jedes Semester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	3

Wahl HS Exp. Astroteilchenphysik (Wahl: 4 LP)			
T-PHYS-110293	Hauptseminar: Astroteilchenphysik	4 LP	Drexlin, Engel, Valerius
T-PHYS-112236	Hauptseminar: Dem Rätsel der Dunklen Materie auf der Spur	4 LP	Mühlleitner, Schwetz-Mangold
T-PHYS-106129	Hauptseminar: Moderne Teilchenbeschleuniger und Forschung mit Photonen	4 LP	Baumbach, Müller

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung. Eigener Vortrag sowie regelmäßige Anwesenheit.

Voraussetzungen

Keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
6. Das Modul [M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können ein wissenschaftliches Fachthema präsentieren. Dies beinhaltet die selbständige Sammlung des wissenschaftlichen Materials, die korrekte Zitationstechnik, die Auswahl des Stoffes unter didaktischen Gesichtspunkten, die Gliederung des Vortrages, die Foliengestaltung, die eigentliche Präsentation und die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum.

Inhalt

Zusammen mit den Präsentationstechniken werden je nach Themenwahl spezielle wissenschaftliche Themen bis hin zum aktuellen Forschungsstand vermittelt.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung (30 Stunden) sowie Vorbereitung des eigenen Vortrags inkl. Probevortrag (60 Stunden)

Literatur

Wird im Seminar mitgeteilt, je nach Thema und Spezialisierung kommen Lehrbücher bis wissenschaftliche Fachartikel in Frage.

M

3.91 Modul: Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik [M-PHYS-102206]

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik)
 Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik)
 Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	best./nicht best.	Jedes Semester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	3

Wahl HS Exp. Teilchenphysik (Wahl: 4 LP)			
T-PHYS-106525	Hauptseminar: Experimentelle und Theoretische Methoden der Teilchenphysik	4 LP	Gieseke, Heinrich, Quast, Zeppenfeld
T-PHYS-111864	Hauptseminar: Low Energy Particle Physics (Belle II, LUXE)	4 LP	Ferber, Goldenzweig
T-PHYS-106129	Hauptseminar: Moderne Teilchenbeschleuniger und Forschung mit Photonen	4 LP	Baumbach, Müller
T-PHYS-112235	Hauptseminar: Teilchenphysik	4 LP	Ferber, Husemann, Klute
T-PHYS-107566	Hauptseminar: Teilchenphysik bei höchster Energie am LHC	4 LP	Husemann, Klute, Müller, Wolf
T-PHYS-111863	Hauptseminar: Teilchenphysik jenseits des Standardmodells	4 LP	Klute
T-PHYS-105791	Hauptseminar: Teilchenphysik und Experimentelle Methoden	4 LP	Goldenzweig, Husemann, Müller, Müller, Quast

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung. Eigener Vortrag sowie regelmäßige Anwesenheit.

Voraussetzungen

Keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik** darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul **M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik** darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul **M-PHYS-102207 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik** darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul **M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik** darf nicht begonnen worden sein.
6. Das Modul **M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können ein wissenschaftliches Fachthema präsentieren. Dies beinhaltet die selbständige Sammlung des wissenschaftlichen Materials, die korrekte Zitationstechnik, die Auswahl des Stoffes unter didaktischen Gesichtspunkten, die Gliederung des Vortrages, die Foliengestaltung, die eigentliche Präsentation und die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum.

Inhalt

Zusammen mit den Präsentationstechniken werden je nach Themenwahl spezielle wissenschaftliche Themen bis hin zum aktuellen Forschungsstand vermittelt.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung (30 Stunden) sowie Vorbereitung des eigenen Vortrags inkl. Probevortrag (60 Stunden)

Literatur

Wird im Seminar mitgeteilt, je nach Thema und Spezialisierung kommen Lehrbücher bis wissenschaftliche Fachartikel in Frage.

M

3.92 Modul: Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie [M-PHYS-102203]

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	best./nicht best.	Jedes Semester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	3

Wahl HS Kondensierte Materie (Wahl: 4 LP)			
T-PHYS-109971	Hauptseminar: Aktuelle Experimente der Quantenphysik	4 LP	Hunger, Le Tacon, Wernsdorfer, Zakeri-Lori
T-PHYS-111451	Hauptseminar: Basisgrößen und Basiseinheiten: Nicht Raten - Messen!	4 LP	Wulfhekel
T-PHYS-106129	Hauptseminar: Moderne Teilchenbeschleuniger und Forschung mit Photonen	4 LP	Baumbach, Müller
T-PHYS-109977	Hauptseminar: Neutronen- und Röntgenstrahlung in der Festkörperphysik	4 LP	Baumbach
T-PHYS-105789	Hauptseminar: Optoelektronik - Grundlagen und Bauelemente	4 LP	Hetterich, Kalt
T-PHYS-106523	Hauptseminar: Quantenoptik	4 LP	Hunger, Naber, Rockstuhl, Wegener
T-PHYS-111014	Hauptseminar: Supraleitung - von den Grundlagen zur Anwendung	4 LP	Le Tacon, Ustinov, Wulfhekel

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung. Eigener Vortrag sowie regelmäßige Anwesenheit.

Voraussetzungen

Keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102207 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
6. Das Modul [M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können ein wissenschaftliches Fachthema präsentieren. Dies beinhaltet die selbständige Sammlung des wissenschaftlichen Materials, die korrekte Zitationstechnik, die Auswahl des Stoffes unter didaktischen Gesichtspunkten, die Gliederung des Vortrages, die Foliengestaltung, die eigentliche Präsentation und die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum.

Inhalt

Zusammen mit den Präsentationstechniken werden je nach Themenwahl spezielle wissenschaftliche Themen bis hin zum aktuellen Forschungsstand vermittelt.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung (30 Stunden) sowie Vorbereitung des eigenen Vortrags inkl. Probevortrag (60 Stunden)

Literatur

Wird im Seminar mitgeteilt, je nach Thema und Spezialisierung kommen Lehrbücher bis wissenschaftliche Fachartikel in Frage.

M

3.93 Modul: Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik [M-PHYS-102204]

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)
 Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)
 Physikalisches Nebenfach / Nanophysik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	best./nicht best.	Jedes Semester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	3

Wahl HS Nanophysik (Wahl: 4 LP)			
T-PHYS-109971	Hauptseminar: Aktuelle Experimente der Quantenphysik	4 LP	Hunger, Le Tacon, Wernsdorfer, Zakeri-Lori
T-PHYS-104544	Hauptseminar: Konformationsdynamik in Biomolekülen	4 LP	Nienhaus, Wenzel
T-PHYS-104560	Hauptseminar: Lichtoptische Nanoskopie	4 LP	Nienhaus
T-PHYS-111862	Hauptseminar: Nano-Optik	4 LP	Naber, Rockstuhl, Wegener
T-PHYS-105789	Hauptseminar: Optoelektronik - Grundlagen und Bauelemente	4 LP	Hetterich, Kalt
T-PHYS-111014	Hauptseminar: Supraleitung - von den Grundlagen zur Anwendung	4 LP	Le Tacon, Ustinov, Wulfhekel
T-PHYS-111865	Hauptseminar: Virtuelles Materialdesign	4 LP	Wenzel

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung. Eigener Vortrag sowie regelmäßige Anwesenheit.

Voraussetzungen

Keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik** darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul **M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik** darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul **M-PHYS-102207 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik** darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul **M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik** darf nicht begonnen worden sein.
6. Das Modul **M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können ein wissenschaftliches Fachthema präsentieren. Dies beinhaltet die selbständige Sammlung des wissenschaftlichen Materials, die korrekte Zitationstechnik, die Auswahl des Stoffes unter didaktischen Gesichtspunkten, die Gliederung des Vortrages, die Foliengestaltung, die eigentliche Präsentation und die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum.

Inhalt

Zusammen mit den Präsentationstechniken werden je nach Themenwahl spezielle wissenschaftliche Themen bis hin zum aktuellen Forschungsstand vermittelt.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung (30 Stunden) sowie Vorbereitung des eigenen Vortrags inkl. Probevortrag (60 Stunden)

Literatur

Wird im Seminar mitgeteilt, je nach Thema und Spezialisierung kommen Lehrbücher bis wissenschaftliche Fachartikel in Frage.

M

3.94 Modul: Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik [M-PHYS-102205]

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	best./nicht best.	Jedes Semester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	3

Wahl HS Optik und Photonik (Wahl: 4 LP)			
T-PHYS-111451	Hauptseminar: Basisgrößen und Basiseinheiten: Nicht Raten - Messen!	4 LP	Wulfhekel
T-PHYS-104544	Hauptseminar: Konformationsdynamik in Biomolekülen	4 LP	Nienhaus, Wenzel
T-PHYS-104560	Hauptseminar: Lichtoptische Nanoskopie	4 LP	Nienhaus
T-PHYS-111862	Hauptseminar: Nano-Optik	4 LP	Naber, Rockstuhl, Wegener
T-PHYS-105789	Hauptseminar: Optoelektronik - Grundlagen und Bauelemente	4 LP	Hetterich, Kalt
T-PHYS-106523	Hauptseminar: Quantenoptik	4 LP	Hunger, Naber, Rockstuhl, Wegener

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung. Eigener Vortrag sowie regelmäßige Anwesenheit.

Voraussetzungen

Keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102207 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
6. Das Modul [M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können ein wissenschaftliches Fachthema präsentieren. Dies beinhaltet die selbständige Sammlung des wissenschaftlichen Materials, die korrekte Zitationstechnik, die Auswahl des Stoffes unter didaktischen Gesichtspunkten, die Gliederung des Vortrages, die Foliengestaltung, die eigentliche Präsentation und die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum.

Inhalt

Zusammen mit den Präsentationstechniken werden je nach Themenwahl spezielle wissenschaftliche Themen bis hin zum aktuellen Forschungsstand vermittelt.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung (30 Stunden) sowie Vorbereitung des eigenen Vortrags inkl. Probevortrag (60 Stunden)

Literatur

Wird im Seminar mitgeteilt, je nach Thema und Spezialisierung kommen Lehrbücher bis wissenschaftliche Fachartikel in Frage.

M

3.95 Modul: Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik [M-PHYS-102208]**Verantwortung:** Studiendekan Physik**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	best./nicht best.	Jedes Semester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	3

Wahl HS Theor. Teilchenphysik (Wahl: 4 LP)			
T-PHYS-111324	Hauptseminar: Advanced Topics in Quantum Field Theory and Physics Beyond the Standard	4 LP	Nierste
T-PHYS-112236	Hauptseminar: Dem Rätsel der Dunklen Materie auf der Spur	4 LP	Mühlleitner, Schwetz-Mangold
T-PHYS-106525	Hauptseminar: Experimentelle und Theoretische Methoden der Teilchenphysik	4 LP	Gieseke, Heinrich, Quast, Zeppenfeld
T-PHYS-106126	Hauptseminar: General Relativity	4 LP	Klinkhamer
T-PHYS-109974	Hauptseminar: General Relativity II	4 LP	Klinkhamer
T-PHYS-110830	Hauptseminar: Higgs meets Flavour	4 LP	Heinrich, Mühlleitner
T-PHYS-111452	Hauptseminar: Physik jenseits des Standardmodells	4 LP	Nierste
T-PHYS-105793	Hauptseminar: Spezielle Relativitätstheorie	4 LP	Klinkhamer

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung. Eigener Vortrag sowie regelmäßige Anwesenheit.

Voraussetzungen

Keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102207 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik](#) darf nicht begonnen worden sein.
6. Das Modul [M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können ein wissenschaftliches Fachthema präsentieren. Dies beinhaltet die selbständige Sammlung des wissenschaftlichen Materials, die korrekte Zitationstechnik, die Auswahl des Stoffes unter didaktischen Gesichtspunkten, die Gliederung des Vortrages, die Foliengestaltung, die eigentliche Präsentation und die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum.

Inhalt

Zusammen mit den Präsentationstechniken werden je nach Themenwahl spezielle wissenschaftliche Themen bis hin zum aktuellen Forschungsstand vermittelt.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung (30 Stunden) sowie Vorbereitung des eigenen Vortrags inkl. Probevortrag (60 Stunden)

Literatur

Wird im Seminar mitgeteilt, je nach Thema und Spezialisierung kommen Lehrbücher bis wissenschaftliche Fachartikel in Frage.

M

3.96 Modul: Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie [M-PHYS-102209]

Verantwortung:	Studiendekan Physik
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Wahl Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte 4	Notenskala best./nicht best.	Turnus Jedes Semester	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch/Englisch	Level 4	Version 3
-----------------------------	--	---------------------------------	----------------------------	------------------------------------	-------------------	---------------------

Wahl HS Theorie der Kond. Materie (Wahl: 4 LP)			
T-PHYS-111323	Hauptseminar: Hydrodynamics in Classical and Quantum Fluids	4 LP	Garst, Schmalian
T-PHYS-104544	Hauptseminar: Konformationsdynamik in Biomolekülen	4 LP	Nienhaus, Wenzel
T-PHYS-106523	Hauptseminar: Quantenoptik	4 LP	Hunger, Naber, Rockstuhl, Wegener
T-PHYS-111889	Hauptseminar: Quantum Phase Transitions	4 LP	Garst
T-PHYS-110829	Hauptseminar: Topology in Condensed Matter Systems	4 LP	Garst, Mirlin, Schmalian
T-PHYS-111865	Hauptseminar: Virtuelles Materialdesign	4 LP	Wenzel

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung. Eigener Vortrag sowie regelmäßige Anwesenheit.

Voraussetzungen

Keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik** darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul **M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik** darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul **M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik** darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul **M-PHYS-102207 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik** darf nicht begonnen worden sein.
6. Das Modul **M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können ein wissenschaftliches Fachthema präsentieren. Dies beinhaltet die selbständige Sammlung des wissenschaftlichen Materials, die korrekte Zitationstechnik, die Auswahl des Stoffes unter didaktischen Gesichtspunkten, die Gliederung des Vortrages, die Foliengestaltung, die eigentliche Präsentation und die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum.

Inhalt

Zusammen mit den Präsentationstechniken werden je nach Themenwahl spezielle wissenschaftliche Themen bis hin zum aktuellen Forschungsstand vermittelt.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung (30 Stunden) sowie Vorbereitung des eigenen Vortrags inkl. Probevortrag (60 Stunden)

Literatur

Wird im Seminar mitgeteilt, je nach Thema und Spezialisierung kommen Lehrbücher bis wissenschaftliche Fachartikel in Frage.

M

3.97 Modul: Induced Seismicity, benotet [M-PHYS-101959]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Joachim Ritter
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte
5

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-103575	Induced Seismicity, Studienleistung	3 LP	Ritter
T-PHYS-103677	Induced Seismicity, Prüfung	2 LP	Ritter

Erfolgskontrolle(n)

Presentation (45%), report (45%) and participation in discussion (10%) will be graded. A detailed rating scheme will be distributed during the first lecture. Details about the length of the report and its rating will also be distributed.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

The students understand physical and tectonic causes and effects of induced seismicity, and they are able to explain its occurrence. They have gained basic knowledge of legal aspects associated with induced seismicity. They are able to distinguish between different physical sources of induced seismicity and can analyse seismicity caused by the loading of dams, due to mining, and associated with geothermal energy exploitation. The students know and are able to name regions, where induced seismicity occurs and can identify structures that may indicate the possible occurrence of induced seismicity in the field.

The students are able to work self-organized on a specific issue of induced seismicity. They are able to read and understand technical literature about the topic. They can outline and analyse the problem, and they are able to critically discuss the content of technical literature with their peers and present their own point of view. They can summarise the problem, and interpret and evaluate the content of technical literature on the topic of induced seismicity.

Inhalt

- Fundamentals of Induced Seismicity
- Cause and Effect of Induced Seismicity
- Legal Aspects
- Case Studies: Dams, Mining, Geothermal Energy
- Field Trips to a Geothermal Energy Plant, to a Mining Region in Germany and to a dam

Zusammensetzung der Modulnote

Presentation (45%), report (45%) and participation in discussion (10%) will be graded. A detailed rating scheme will be distributed during the first lecture.

Arbeitsaufwand

Total workload: 150 h which consists of

- 10 h lecture at KIT as preparation
- 5 h preparation and wrap-up of lecture
- 40 h in situ lecture in Thuringia
- 35 h preparation of presentation
- 60 h preparation of report

M

3.98 Modul: Inversion & Tomographie [M-PHYS-102368]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
apl. Prof. Dr. Joachim Ritter

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte
8

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Jedes Sommersemester

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104737	Inversion & Tomographie	8 LP	Bohlen, Ritter

Erfolgskontrolle(n)

To pass the module, the oral exam (approx. 45 minutes) must be passed. As prerequisites the examinations of other type must be passed, based on successful participation of the exercises. Students write reports on their exercise work. These reports are rated. The necessary number of points is explained at the beginning of the individual exercises.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102658 - Inversion & Tomographie \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students understand how to invert data to achieve a model of physical parameters. The students realize that seismic waves can be treated in different waves: full waveform, finite-frequency approximations (banana-doughnut theory) and rays. From this they understand how seismic images can be constructed and interpreted. Students are able to evaluate inversion models based on error bonds, resolution matrices and reconstruction tests. They know the complete chain of tomography: data pre-processing, parameterization, inversion, model assessment and interpretation. The students are used to read scientific papers on inversion and tomography and to discuss questions on these papers. Finally the students are able to understand basic inverse problems and read more advanced texts. Practically, the students understand how to code simple problems with Matlab or possibly Python. The students know how to analyze inverse problems using singular value decomposition and other methods.

Inhalt

- Fundamentals of tomography
- Application of seismic tomography
- Regional to global seismic tomography
- Analysis of tomography problems
- Fundamentals in seismic inversion
- Application of linear and non-linear inversion

Zusammensetzung der Modulnote

The grade of the module results from grade of the oral exam.

Arbeitsaufwand

240 hours composed of attendance time (60 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (180 h)

Empfehlungen

Knowledge on fundamentals of seismology and understanding of mathematics, especially matrix calculus. Fundamental skills in Linux, Matlab and computing in general.

Lehr- und Lernformen

V+Ü, 4 SWS

Literatur

- Nolet, G., 2008. A breviary of seismic tomography. Cambridge University Press.
- Aster, R.C., Brochers, B. & Thurber, C.H., 2012. Parameter estimation and inverse problems. Elsevier (2nd ed.).
- Menke, W.A., 2012. Geophysical data analysis: discrete inverse theory. Academic Press (3rd ed.).

M

3.99 Modul: Inversion & Tomographie (NF) [M-PHYS-102658]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
apl. Prof. Dr. Joachim Ritter

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105572	Inversion & Tomographie (NF)	8 LP	Bohlen, Ritter

Erfolgskontrolle(n)

To pass the module, the examinations of other type must be passed, based on successful participation of the exercises. Students write reports on their exercise work. These reports are rated. The necessary number of points is explained at the beginning of the individual exercises.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102368 - Inversion & Tomographie](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students understand how to invert data to achieve a model of physical parameters. The students realize that seismic waves can be treated in different waves: full waveform, finite-frequency approximations (banana-doughnut theory) and rays. From this they understand how seismic images can be constructed and interpreted. Students are able to evaluate inversion models based on error bonds, resolution matrices and reconstruction tests. They know the complete chain of tomography: data pre-processing, parameterization, inversion, model assessment and interpretation. The students are used to read scientific papers on inversion and tomography and to discuss questions on these papers. Finally the students are able to understand basic inverse problems and read more advanced texts. Practically, the students understand how to code simple problems with Matlab or possibly Python. The students know how to analyze inverse problems using singular value decomposition and other methods.

Inhalt

- Fundamentals of tomography
- Application of seismic tomography
- Regional to global seismic tomography
- Analysis of tomography problems
- Fundamentals in seismic inversion
- Application of linear and non-linear inversion

Zusammensetzung der Modulnote

The module is ungraded

Arbeitsaufwand

240 hours composed of attendance time (60 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (180 h)

Empfehlungen

Knowledge on fundamentals of seismology and understanding of mathematics, especially matrix calculus. Fundamental skills in Linux, Matlab and computing in general.

Lehr- und Lernformen

V+Ü, 4 SWS

Literatur

- Nolet, G., 2008. A breviary of seismic tomography. Cambridge University Press.
- Aster, R.C., Brochers, B. & Thurber, C.H., 2012. Parameter estimation and inverse problems. Elsevier (2nd ed.).
- Menke, W.A., 2012. Geophysical data analysis: discrete inverse theory. Academic Press (3rd ed.).

M

3.100 Modul: Klassische Theorie der Eichfelder [M-PHYS-105934]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste
Dr. Robert Ziegler

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte
4

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111943	Klassische Theorie der Eichfelder	4 LP	Nierste, Ziegler

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Qualifikationsziele

Die Teilnehmenden haben ein vertieftes Verständnis feldtheoretischer Konzepte wie Eichinvarianz, Noethertheorem, Goldstonetheorem, Higgsmechanismus und topologischer Solitonen. Die Studierenden sind mit der Darstellungstheorie nicht-abelscher Liegruppen und der Konstruktion eichinvarianter Lagrangedichten vertraut.

Inhalt

Dieses Modul vermittelt die klassischen Aspekte von Eichfeldtheorien als Einführung bzw. Ergänzung zur Quantenfeldtheorie. Als Einstieg und Motivation wird das Eichprinzip in der Elektrodynamik behandelt, bevor die Grundlagen klassischer Feldtheorie diskutiert werden. Nach einer Einführung in die Darstellungstheorie von Lie-Gruppen werden nicht-abelsche Eichfeldtheorien diskutiert, insbesondere die Konstruktion eich-invarianter Lagrangedichten. Weiterhin wird die spontane Brechung globaler und geeichter Symmetrien im Rahmen des Higgsmechanismus betrachtet. Abschliessend werden nicht-lineare Aspekte der Feldgleichungen am Beispiel topologischer Solitonen und Monopole diskutiert, und die zugrundeliegenden Elemente der Homotopietheorie vorgestellt.

Arbeitsaufwand

120 h bestehend aus Präsenzzeiten (30 h), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Prüfung (90 h)

Literatur

Wird auf der Webseite der Vorlesung und in der Vorlesung selbst angegeben

M

3.101 Modul: Masterarbeit [M-PHYS-102068]

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Masterarbeit](#)

Leistungspunkte 30	Notenskala Zehntelnoten	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
------------------------------	-----------------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104370	Masterarbeit	30 LP	Studiendekan Physik

Voraussetzungen

Modul "Spezialisierungsphase" und Modul "Einführung in die wissenschaftliche Arbeit" abgelegt.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-101396 - Spezialisierungsphase](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-101397 - Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

M

3.102 Modul: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik [M-PHYS-105535]**Verantwortung:** Prof. Dr. Kirill Melnikov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
12**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111116	Mathematische Methoden der Theoretischen Physik	12 LP	Melnikov

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105834 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(zweistündig\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105835 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(zweistündig\) \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-105536 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Students know and understand advanced mathematical methods and are able to apply them to construct approximate solutions of practical problems in theoretical physics.

Inhalt

Perturbation theory and asymptotic expansions for obtaining analytic solutions to ordinary and differential equations and integrals. Such topics as behaviour of differential equations close to singular points, WKB approximation, large orders of perturbations theory, summation of series, asymptotic expansion of integrals, Green's functions for ordinary and partial differential equations, boundary layer theory etc. will be discussed.

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

The course is suitable for students at both bachelor and master level who are interested in theoretical physics.

Literatur

Relevant literature will be discussed during the first lecture.

M**3.103 Modul: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (NF) [M-PHYS-105536]****Verantwortung:** Prof. Dr. Kirill Melnikov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
12**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111117	Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (NF)	12 LP	Melnikov

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105535 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105834 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(zweistündig\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-105835 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(zweistündig\) \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Students know and understand advanced mathematical methods and are able to apply them to construct approximate solutions of practical problems in theoretical physics.

Inhalt

Perturbation theory and asymptotic expansions for obtaining analytic solutions to ordinary and differential equations and integrals. Such topics as behaviour of differential equations close to singular points, WKB approximation, large orders of perturbations theory, summation of series, asymptotic expansion of integrals, Green's functions for ordinary and partial differential equations, boundary layer theory etc. will be discussed.

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

The course is suitable for students at both bachelor and master level who are interested in theoretical physics.

Literatur

Relevant literature will be discussed during the first lecture.

M

3.104 Modul: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) [M-PHYS-105834]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Wahl Theorie der Kondensierten Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte 8	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile

T-PHYS-111704	Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig)	8 LP	Nierste
---------------	---	------	---------

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105535 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105536 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-105835 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(zweistündig\) \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die Konzepte der Funktionsanalysis und Funktionentheorie und können diese auf Problemstellungen der theoretischen Physik anwenden. Dazu gehören das Lösen von Differentialgleichungen und komplexen Integralen.

Inhalt

Elemente der Funktionalanalysis, Distributionen, Orthogonal-Polynome. Grundlagen der Funktionentheorie, Kurvenintegrale um Verzweigungsschnitte, Polylogarithmen, Eulersche Gamma- und Betafunktion. Dimensionale Regularisierung. Integraltransformationen (Laplace, Fourier, Mellin-Barnes). Hypergeometrische Differentialgleichung und Frobenius-Methode.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung, Bearbeitung der Übungen und Vorbereitung der Prüfung (180 h)

Empfehlungen

Die sichere Beherrschung des Stoffs aus HM1-HM3 ist nützlich

M**3.105 Modul: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) (NF) [M-PHYS-105835]****Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Deutsch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111705	Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) (NF)	8 LP	Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105535 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105536 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-105834 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(zweistündig\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die Konzepte der Funktionsanalysis und Funktionentheorie und können diese auf Problemstellungen der theoretischen Physik anwenden. Dazu gehören das Lösen von Differentialgleichungen und komplexen Integralen.

Inhalt

Elemente der Funktionalanalysis, Distributionen, Orthogonal-Polynome. Grundlagen der Funktionentheorie, Kurvenintegrale um Verzweigungsschnitte, Polylogarithmen, Eulersche Gamma- und Betafunktion. Dimensionale Regularisierung. Integraltransformationen (Laplace, Fourier, Mellin-Barnes). Hypergeometrische Differentialgleichung und Frobenius-Methode.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

Die sichere Beherrschung des Stoffs aus HM1-HM3 ist nützlich

M

3.106 Modul: Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen [M-PHYS-102517]

Verantwortung: Dr. Beate Bornschein
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte
8

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Deutsch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102376	Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, mit erw. Übungen	8 LP	Drexlin, Hartmann, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102518 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102519 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können geeignete Messverfahren und Messgeräte auswählen, Messwerte auswerten und Messunsicherheiten berechnen. Die Studierenden lernen eine praktische Beispiel-Messaufgabe im Labor kennen.

Inhalt

Die Vorlesung soll den Einstieg in die experimentelle Arbeit in einem Labor erleichtern. Das Ziel ist, dass sich die Studierenden einen Überblick über ein breites Spektrum wichtiger Messmethoden und experimenteller Techniken verschaffen und in Beispielen das erlernte Wissen auf praktische Messaufgaben anzuwenden können. Im Vordergrund stehen hier einerseits das methodische Vorgehen bei der Auswahl des optimalen Messverfahrens und andererseits die Auswertung von Messungen inklusive der Betrachtung von Messunsicherheiten. Darüber hinaus soll die Vorlesung einen Beitrag zu einer besseren Kommunikation zwischen Ingenieurinnen, Ingenieuren, Physikerinnen und Physikern leisten (die Ingenieurin spricht z.B. vom Messunsicherheitsbudget nach GUM und der Physiker fragt sich, was das soll) und damit die Integration der jungen Nachwuchskräfte in die für das KIT so typischen gemischten Teams aus Technikern, Technikerinnen, Ingenieuren, Ingenieurinnen, Physikern und Physikerinnen fördern.

Unter anderem werden folgende Themen behandelt:

Messgeräte und ihre Genauigkeitsklassen, Berechnung von Messunsicherheiten nach GUM und Bestimmung eines Vertrauensbereiches, Methoden der (Tief-) Temperaturmessung, Einführung in die Vakuumtechnik inkl. der Lecksuchtechnik, Methoden der Magnetfeldmessung und Massenstrommessung, Einführung in die Strahlungsmesstechnik und Dosimetrie, sowie das Lesen von Fließbildern.

Vorlesung und Übungen finden als 5-tägige Blockveranstaltung zum Ende des Semesters statt (3 SWS) und können durch ein Blockpraktikum (1 SWS, nach Vereinbarung) ergänzt werden.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (45 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen, zusätzlich noch das Praktikum mit 24 h Präsenzzeit und 16 h Nachbereitung.

Empfehlungen

Interesse an Experimentalphysik

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M**3.107 Modul: Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-102519]**

Verantwortung: Dr. Beate Bornschein
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105106	Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Drexlin, Hartmann, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102517 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102518 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können geeignete Messverfahren und Messgeräte auswählen, Messwerte auswerten und Messunsicherheiten berechnen. Die Studierenden lernen eine praktische Beispiel-Messaufgabe im Labor kennen.

Inhalt

Die Vorlesung soll den Einstieg in die experimentelle Arbeit in einem Labor erleichtern. Das Ziel ist, dass sich die Studierenden einen Überblick über ein breites Spektrum wichtiger Messmethoden und experimenteller Techniken verschaffen und in Beispielen das erlernte Wissen auf praktische Messaufgaben anzuwenden können. Im Vordergrund stehen hier einerseits das methodische Vorgehen bei der Auswahl des optimalen Messverfahrens und andererseits die Auswertung von Messungen inklusive der Betrachtung von Messunsicherheiten. Darüber hinaus soll die Vorlesung einen Beitrag zu einer besseren Kommunikation zwischen Ingenieurinnen, Ingenieuren, Physikerinnen und Physikern leisten (die Ingenieurin spricht z.B. vom Messunsicherheitsbudget nach GUM und der Physiker fragt sich, was das soll) und damit die Integration der jungen Nachwuchskräfte in die für das KIT so typischen gemischten Teams aus Technikern, Technikerinnen, Ingenieuren, Ingenieurinnen, Physikern und Physikerinnen fördern.

Unter anderem werden folgende Themen behandelt:

Messgeräte und ihre Genauigkeitsklassen, Berechnung von Messunsicherheiten nach GUM und Bestimmung eines Vertrauensbereiches, Methoden der (Tief-) Temperaturmessung, Einführung in die Vakuumtechnik inkl. der Lecksuchtechnik, Methoden der Magnetfeldmessung und Massenstrommessung, Einführung in die Strahlungsmesstechnik und Dosimetrie, sowie das Lesen von Fließbildern.

Vorlesung und Übungen finden als 5-tägige Blockveranstaltung zum Ende des Semesters statt (3 SWS) und können durch ein Blockpraktikum (1 SWS, nach Vereinbarung) ergänzt werden

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (45 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen, zusätzlich noch das Praktikum mit 24 h Präsenzzeit und 16 h Nachbereitung.

Empfehlungen

Interesse an Experimentalphysik

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.108 Modul: Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen [M-PHYS-102518]

Verantwortung: Dr. Beate Bornschein
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105105	Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen	6 LP	Drexlin, Hartmann, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102517 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102519 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können geeignete Messverfahren und Messgeräte auswählen, Messwerte auswerten und Messunsicherheiten berechnen. Die Studierenden lernen eine praktische Beispiel-Messaufgabe im Labor kennen.

Inhalt

Die Vorlesung soll den Einstieg in die experimentelle Arbeit in einem Labor erleichtern. Das Ziel ist, dass sich die Studierenden einen Überblick über ein breites Spektrum wichtiger Messmethoden und experimenteller Techniken verschaffen und in Beispielen das erlernte Wissen auf praktische Messaufgaben anzuwenden können. Im Vordergrund stehen hier einerseits das methodische Vorgehen bei der Auswahl des optimalen Messverfahrens und andererseits die Auswertung von Messungen inklusive der Betrachtung von Messunsicherheiten. Darüber hinaus soll die Vorlesung einen Beitrag zu einer besseren Kommunikation zwischen Ingenieurinnen, Ingenieuren, Physikerinnen und Physikern leisten (die Ingenieurin spricht z.B. vom Messunsicherheitsbudget nach GUM und der Physiker fragt sich, was das soll) und damit die Integration der jungen Nachwuchskräfte in die für das KIT so typischen gemischten Teams aus Technikern, Technikerinnen, Ingenieuren, Ingenieurinnen, Physikern und Physikerinnen fördern.

Unter anderem werden folgende Themen behandelt:

Messgeräte und ihre Genauigkeitsklassen, Berechnung von Messunsicherheiten nach GUM und Bestimmung eines Vertrauensbereiches, Methoden der (Tief-) Temperaturmessung, Einführung in die Vakuumtechnik inkl. der Lecksuchtechnik, Methoden der Magnetfeldmessung und Massenstrommessung, Einführung in die Strahlungsmesstechnik und Dosimetrie, sowie das Lesen von Fließbildern.

Vorlesung und Übungen finden als 5-tägige Blockveranstaltung zum Ende des Semesters statt (3 SWS).

Arbeitsaufwand

180 h bestehend aus Präsenzzeiten (45 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen

Empfehlungen

Interesse an Experimentalphysik

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.109 Modul: Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-103194]

Verantwortung: Dr. Beate Bornschein
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Deutsch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106327	Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen (NF)	6 LP	Drexlin, Hartmann, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102517 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102519 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102518 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können geeignete Messverfahren und Messgeräte auswählen, Messwerte auswerten und Messunsicherheiten berechnen. Die Studierenden lernen eine praktische Beispiel-Messaufgabe im Labor kennen.

Inhalt

Die Vorlesung soll den Einstieg in die experimentelle Arbeit in einem Labor erleichtern. Das Ziel ist, dass sich die Studierenden einen Überblick über ein breites Spektrum wichtiger Messmethoden und experimenteller Techniken verschaffen und in Beispielen das erlernte Wissen auf praktische Messaufgaben anzuwenden können. Im Vordergrund stehen hier einerseits das methodische Vorgehen bei der Auswahl des optimalen Messverfahrens und andererseits die Auswertung von Messungen inklusive der Betrachtung von Messunsicherheiten. Darüber hinaus soll die Vorlesung einen Beitrag zu einer besseren Kommunikation zwischen Ingenieurinnen, Ingenieuren, Physikerinnen und Physikern leisten (die Ingenieurin spricht z.B. vom Messunsicherheitsbudget nach GUM und der Physiker fragt sich, was das soll) und damit die Integration der jungen Nachwuchskräfte in die für das KIT so typischen gemischten Teams aus Technikern, Technikerinnen, Ingenieuren, Ingenieurinnen, Physikern und Physikerinnen fördern.

Unter anderem werden folgende Themen behandelt:

Messgeräte und ihre Genauigkeitsklassen, Berechnung von Messunsicherheiten nach GUM und Bestimmung eines Vertrauensbereiches, Methoden der (Tief-) Temperaturmessung, Einführung in die Vakuumtechnik inkl. der Lecksuchtechnik, Methoden der Magnetfeldmessung und Massenstrommessung, Einführung in die Strahlungsmesstechnik und Dosimetrie, sowie das Lesen von Fließbildern.

Vorlesung und Übungen finden als 5-tägige Blockveranstaltung zum Ende des Semesters statt (3 SWS).

Arbeitsaufwand

180 h bestehend aus Präsenzzeiten (45 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (135 h)

Empfehlungen

Interesse an Experimentalphysik

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.110 Modul: Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen [M-PHYS-102127]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102495	Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen	8 LP	Quast, Wolf

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102125 - Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102126 - Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102128 - Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können Grundlagen der statistischen Datenanalyse formulieren, moderne Methoden der Datenanalyse auf physikalische Probleme anwenden und Werkzeuge zur Datenanalyse nutzen und weiterentwickeln. Auf dieser Basis werden die Studierenden befähigt, den Einsatz statistischer Verfahren in Wissenschaft und Gesellschaft zu hinterfragen und zu bewerten. In den erweiterten Übungen wird der Stoff durch Behandlung eines aus der Forschungspraxis stammenden Problems vertieft

Inhalt

Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Monte-Carlo-Methoden, Parameterschätzung, numerische Optimierung, Faltung und Entfaltung, Hypothesentests, Vertrauensintervalle, multivariate Klassifizierung, Zeitreihenanalyse und Filterung.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der statistischen Datenanalyse, wie sie z.B. in der Bachelorvorlesung Rechnernutzung in der Physik vermittelt werden, sind wünschenswert.

Literatur

- G.Cowan: Statistical Data Analysis, Oxford University Press
- G.Bohm, G.Zech: Einführung in Statistik und Messwertanalyse für Physiker, DESYeBook
- V.Blobel, E.Lohrmann: Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, DESYeBook
- R.J.Barlow: Statistics: A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences, Wiley
- S.Brandt: Datenanalyse, Spektrum
- W.H.Press, S.A.Teukolsky, W.T.Vetterling, B.P.Fannery: Numerical Recipes, Cambridge University Press
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer

M**3.111 Modul: Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-102128]**

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102496	Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Quast, Wolf

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102125 - Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102126 - Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102127 - Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können Grundlagen der statistischen Datenanalyse formulieren, moderne Methoden der Datenanalyse auf physikalische Probleme anwenden und Werkzeuge zur Datenanalyse nutzen und weiterentwickeln. Auf dieser Basis werden die Studierenden befähigt, den Einsatz statistischer Verfahren in Wissenschaft und Gesellschaft zu hinterfragen und zu bewerten. In den erweiterten Übungen wird der Stoff durch Behandlung eines aus der Forschungspraxis stammenden Problems vertieft.

Inhalt

Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Monte-Carlo-Methoden, Parameterschätzung, numerische Optimierung, Faltung und Entfaltung, Hypothesentests, Vertrauensintervalle, multivariate Klassifizierung, Zeitreihenanalyse und Filterung.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der statistischen Datenanalyse, wie sie z.B. in der Bachelorvorlesung Rechnernutzung in der Physik vermittelt werden, sind wünschenswert.

Literatur

- G.Cowan: Statistical Data Analysis, Oxford University Press
- G.Bohm, G.Zech: Einführung in Statistik und Messwertanalyse für Physiker, DESYeBook
- V.Blobel, E.Lohrmann: Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, DESYeBook
- R.J.Barlow: Statistics: A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences, Wiley
- S.Brandt: Datenanalyse, Spektrum
- W.H.Press, S.A.Teukolsky, W.T.Vetterling, B.P.Fannery: Numerical Recipes, Cambridge University Press
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer

M

3.112 Modul: Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen [M-PHYS-102125]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102494	Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen	6 LP	Quast, Wolf

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102126 - Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102127 - Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102128 - Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können Grundlagen der statistischen Datenanalyse formulieren, moderne Methoden der Datenanalyse auf physikalische Probleme anwenden und Werkzeuge zur Datenanalyse nutzen und weiterentwickeln. Auf dieser Basis werden die Studierenden befähigt, den Einsatz statistischer Verfahren in Wissenschaft und Gesellschaft zu hinterfragen und zu bewerten.

Inhalt

Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Monte-Carlo-Methoden, Parameterschätzung, numerische Optimierung, Faltung und Entfaltung, Hypothesentests, Vertrauensintervalle, multivariate Klassifizierung, Zeitreihenanalyse und Filterung.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (135 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der statistischen Datenanalyse, wie sie z.B. in der Bachelorvorlesung Rechnernutzung in der Physik vermittelt werden, sind wünschenswert.

Literatur

- G.Cowan: Statistical Data Analysis, Oxford University Press
- G.Bohm, G.Zech: Einführung in Statistik und Messwertanalyse für Physiker, DESYeBook
- V.Blobel, E.Lohrmann: Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, DESYeBook
- R.J.Barlow: Statistics: A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences, Wiley
- S.Brandt: Datenanalyse, Spektrum
- W.H.Press, S.A.Teukolsky, W.T.Vetterling, B.P.Fannery: Numerical Recipes, Cambridge University Press
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer

M

3.113 Modul: Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-102126]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102497	Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen (NF)	6 LP	Quast, Wolf

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102125 - Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102127 - Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102128 - Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können Grundlagen der statistischen Datenanalyse formulieren, moderne Methoden der Datenanalyse auf physikalische Probleme anwenden und Werkzeuge zur Datenanalyse nutzen und weiterentwickeln. Auf dieser Basis werden die Studierenden befähigt, den Einsatz statistischer Verfahren in Wissenschaft und Gesellschaft zu hinterfragen und zu bewerten.

Inhalt

Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Monte-Carlo-Methoden, Parameterschätzung, numerische Optimierung, Faltung und Entfaltung, Hypothesentests, Vertrauensintervalle, multivariate Klassifizierung, Zeitreihenanalyse und Filterung.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (135 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der statistischen Datenanalyse, wie sie z.B. in der Bachelorvorlesung Rechnernutzung in der Physik vermittelt werden, sind wünschenswert.

Literatur

- G.Cowan: Statistical Data Analysis, Oxford University Press
- G.Bohm, G.Zech: Einführung in Statistik und Messwertanalyse für Physiker, DESYeBook
- V.Blobel, E.Lohrmann: Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, DESYeBook
- R.J.Barlow: Statistics: A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences, Wiley
- S.Brandt: Datenanalyse, Spektrum
- W.H.Press, S.A.Teukolsky, W.T.Vetterling, B.P.Fannery: Numerical Recipes, Cambridge University Press
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer

M

3.114 Modul: Moderne Methoden der Spektroskopie: Anwendungen in der Astroteilchenphysik [M-PHYS-106047]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik \(Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
2	best./nicht best.	Jedes Semester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-112237	Moderne Methoden der Spektroskopie: Anwendungen in der Astroteilchenphysik	2 LP	Drexlin, Valerius

Erfolgskontrolle(n)

Die regelmäßige Anwesenheit während der Blockveranstaltung ist notwendig. Die erfolgreiche Teilnahme am Kurs wird durch einen vorbereitenden Vortrag zur Einführung der Grundlagen, sowie durch einen Abschlussvortrag über die Durchführung und Ergebnisse aus den Teilgruppen testiert.

Voraussetzungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, spektroskopische Methoden in der Astroteilchenphysik anzuwenden. Sie wissen, wie Aufgaben an einem Großforschungsprojekt der Astroteilchenphysik in der Gruppe geplant und ausgeführt werden. Darüber hinaus können sie projektspezifische Grundlagen sowie eigene Resultate in einem Kurzvortrag präsentieren.

Inhalt

Hauptinhalte:

- Präzisions-Elektronen-Spektroskopie mit einem MAC-E Filter-Spektrometer
- Tritium-Prozess-Monitoring mittels optischer spektroskopischer Methoden: (i) Probenvorbereitung, (ii) Bearbeitung und (iii) Durchführung einer spektroskopischen Messung

Weitere Themen:

- Vakuumtechnologie
- Umgang mit radioaktiven Proben
- Radiochemische Eigenschaften von Tritium
- Supraleitende und normaleitende Magnete
- Messungen von magnetischen Feldern von mT bis T
- Kryogene Flüssigkeiten im Labor
- Hochspannungs-Techniken
- Detektortechnologien und Signalverarbeitung
- Signal & Untergrund

Anmerkungen

MSc Physik: Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit einem Hauptseminar im Physikalischen Schwerpunktfach eingesetzt werden. Die gleiche Regelung gilt für das Physikalisches Ergänzungsfach.

Arbeitsaufwand

60 h bestehend aus 1 Tag Einleitung mit kurzen Seminarvorträgen, 5 Tage im Labor und 1 Tag abschließende Präsentationen der Ergebnisse.

Empfehlungen

Grundlagen der klassischen Elektrodynamik, optischen Spektroskopie, Thermodynamik, Atom-, Kern- und Teilchenphysik, Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, Astroteilchenphysik, Kosmologie

Literatur

- KATRIN collaboration, The Design, Construction, and Commissioning of the KATRIN Experiment, Journal of Instrumentation 16 (2021) T08015.
- T. Tanabe, Tritium: Fuel of Fusion Reactors, Springer, Tokio (2017).
- Souers, P. C. Hydrogen Properties for Fusion Energy; University of California Press, (2020).
- B. Bornschein, Tritium Handling and Tritium Plant, in Fundamental of Magnetic Fusion Technology, IAEA (2021).
- M. Schlösser, Accurate Calibration of Raman Systems, Springer, Cham (2014).
- H. H. Telle, A. González Ureña, Laser Spectroscopy and Laser Imaging: An Introduction, CRC Press: Boca Raton (2017).

M

3.115 Modul: Molekulare Elektronik [M-PHYS-104540]

Verantwortung: Prof. Dr. Wulf Wulfhekel
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie)
 Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)
 Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie
 Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)

Leistungspunkte
6

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Deutsch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile

T-PHYS-109305	Molekulare Elektronik	6 LP	Wulfhekel
---------------	-----------------------	------	-----------

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-104541 - Molekulare Elektronik (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erarbeiten Wissen auf dem Gebiet des elektronischen Transports in molekularen Systemen, lernen grundlegende Konzepte des Ladungs-, Spin- und Wärmetransports in nanoskopischen Systemen, sowie deren Dynamik. Sie erwerben Kenntnisse zum Stand der Forschung und der Anwendung molekularer Elektronik.

Inhalt

Molekulare Bindung, molekulare Orbitale, Lokalisierung und Delokalisierung von Ladungsträgern, Adsorption und elektronische Wechselwirkung zwischen Molekülen und Leitern, Selbstenergie, Landauer-Büttiker Ladungstransport, Spintransport, Spin-Bahn Wechselwirkung, Kondo Effekt, Steven's Operatoren und Zero-Field-Splitting, Wärmetransport, Seebeck Effekt, Memrisors

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (135 Stunden)

Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse in klassischem Elektromagnetismus, Quantenmechanik, Festkörperphysik

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.116 Modul: Molekulare Elektronik (NF) [M-PHYS-104541]

Verantwortung: Prof. Dr. Wulf Wulfhekel
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Deutsch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109306	Molekulare Elektronik (NF)	6 LP	Wulfhekel

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104540 - Molekulare Elektronik](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erarbeiten Wissen auf dem Gebiet des elektronischen Transports in molekularen Systemen, lernen grundlegende Konzepte des Ladungs-, Spin- und Wärmetransports in nanoskopischen Systemen, sowie deren Dynamik. Sie erwerben Kenntnisse zum Stand der Forschung und der Anwendung molekularer Elektronik.

Inhalt

Molekulare Bindung, molekulare Orbitale, Lokalisierung und Delokalisierung von Ladungsträgern, Adsorption und elektronische Wechselwirkung zwischen Molekülen und Leitern, Selbstenergie, Landauer-Büttiker Ladungstransport, Spintransport, Spin-Bahn Wechselwirkung, Kondo Effekt, Steven's Operatoren und Zero-Field-Splitting, Wärmetransport, Seebeck Effekt, Memrisors

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (135 Stunden)

Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse in klassischem Elektromagnetismus, Quantenmechanik, Festkörperphysik

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.117 Modul: Molekülspektroskopie [M-PHYS-102337]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Andreas-Neil Unterreiner
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: **Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik (Wahl Optik und Photonik)**
Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik

Leistungspunkte 6	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Jedes Wintersemester	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-CHEMBIO-104639	Molekülspektroskopie	6 LP	Unterreiner

Erfolgskontrolle(n)

Schriftliche Prüfung. In der Regel 120 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen vertieften Überblick in spektroskopische Methoden sowie in entsprechende theoretische Grundlagen, z.B. zeitabhängige Schrödingergleichung und Störungsrechnung. Darüber hinaus werden ihnen experimentelle Realisierungen spektroskopischer Experimente vorgestellt, so dass sie diese selbstständig konzipieren, die Entstehung der Spektren sowie die zugrunde liegenden Prinzipien, wie z.B. Auswahlregeln, im Rahmen einer quantenmechanischen Beschreibung verstehen und in allen Bereichen der Chemie zur Charakterisierung von Molekülen einsetzen können.

Inhalt

Einführung (u. a. Elektromagnetische Strahlung, Einsteinkoeffizienten), Quantenmechanische Beschreibung der Lichtabsorption (Störungsrechnung, kohärente Anregung, Linienformen), Magnetische Resonanzspektroskopie, Rotationsspektroskopie, Rotations-Schwingungsspektroskopie, Ramanspektroskopie, Elektronische Spektroskopie, Lumineszenz, Photoelektronenspektroskopie.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135)

Literatur

Beispielsweise:

- Haken, Wolf: Molekülphysik und Quantenchemie, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2006
- Hollas: Moderne Methoden der Spektroskopie, Vieweg, 1995

M

3.118 Modul: Monte Carlo Ereignisgeneratoren [M-PHYS-104860]**Verantwortung:** Dr. Stefan Gieseke**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1**Pflichtbestandteile**

T-PHYS-109892	Monte Carlo Ereignisgeneratoren	6 LP	Gieseke
---------------	---	------	---------

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104861 - Monte Carlo Ereignisgeneratoren \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students will acquire an overview of the physics concepts that allow the simulation of collisions of highly energetic elementary particles at colliders. The students will be able to understand approximations of perturbative Quantum Chromodynamics as they are needed to construct a parton shower. The students will be able to write their own parton shower simulation as a toy model that covers the main features of general Monte-Carlo simulation programs. The students will apply non-perturbative models of strong interactions to explain the hadronization of particles that carry colour charge. In exercise-sessions they will learn to apply the elements of the underlying Monte Carlo algorithms in terms of practical programming problems.

Inhalt

- Monte Carlo Method
- Hard matrix elements from Feynman Diagrams
- Parton showers
- Hadronization
- Hadronic interactions in terms of multiple partonic interactions
- Higher order corrections

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (135 Stunden).

Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse in Teilchenphysik sind empfehlenswert

Literatur

- Ellis, Stirling, Webber, "QCD and Collider Physics", Cambridge UP.
- Dissertori, Knowles, Schmelling, "Quantum Chromodynamics", Oxford UP
- Campbell, Houston, Krauss, "The Black Book of Quantum Chromodynamics", Oxford UP.
- Field, "Applications of Perturbative Quantum Chromodynamics (Frontiers in Physics)"
- Buckley et.al., "General Purpose Event Generators for LHC Physics", Phys.Rept. 504 (2011) 145.
- Gieseke, "Simulation of Jets at Colliders", Prog.Part.Nucl.Phys. 72 (2013) 155.

M

3.119 Modul: Monte Carlo Ereignisgeneratoren (NF) [M-PHYS-104861]

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109893	Monte Carlo Ereignisgeneratoren (NF)	6 LP	Gieseke

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104860 - Monte Carlo Ereignisgeneratoren](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students will acquire an overview of the physics concepts that allow the simulation of collisions of highly energetic elementary particles at colliders. The students will be able to understand approximations of perturbative Quantum Chromodynamics as they are needed to construct a parton shower. The students will be able to write their own parton shower simulation as a toy model that covers the main features of general Monte-Carlo simulation programs. The students will apply non-perturbative models of strong interactions to explain the hadronization of particles that carry colour charge. In exercise-sessions they will learn to apply the elements of the underlying Monte Carlo algorithms in terms of practical programming problems.

Inhalt

- Monte Carlo Method
- Hard matrix elements from Feynman Diagrams
- Parton showers
- Hadronization
- Hadronic interactions in terms of multiple partonic interactions
- Higher order corrections

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (135 Stunden).

Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse in Teilchenphysik sind empfehlenswert

Literatur

- Ellis, Stirling, Webber, "QCD and Collider Physics", Cambridge UP.
- Dissertori, Knowles, Schmelling, "Quantum Chromodynamics", Oxford UP
- Campbell, Houston, Krauss, "The Black Book of Quantum Chromodynamics", Oxford UP.
- Field, "Applications of Perturbative Quantum Chromodynamics (Frontiers in Physics)"
- Buckley et.al., "General Purpose Event Generators for LHC Physics", Phys.Rept. 504 (2011) 145.
- Gieseke, "Simulation of Jets at Colliders", Prog.Part.Nucl.Phys. 72 (2013) 155.

M

3.120 Modul: Nanomaterials, mit Übungen [M-PHYS-105068]

Verantwortung:	Dr. Thomas Reisinger Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)

Leistungspunkte 8	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Jedes Wintersemester	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110285	Nanomaterials, mit Übungen	8 LP	Reisinger, Wernsdorfer

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-105069 - Nanomaterials, mit Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-105071 - Nanomaterials, ohne Übungen** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The field of nanomaterials is a very active area of research driven by the need for novel materials with enhanced functional properties. Many of these have had and continue to have profound impact in technological applications. In this class the students will acquire an understanding of the various aspects of nanomaterials that lead to enhanced properties with an emphasis on nanoparticulate systems. The students will develop a clear knowledge of methods for the fabrication of nanomaterials, their properties (optical, magnetic and electrical) as well as some of their applications. In order to gain some insights to current research problems the tutorial will be organized as a journal club, with the students presenting and discussing selected research articles.

Inhalt

After a general introduction to nanostructured materials with an emphasis on nanoparticle based systems (Reduced dimensionality, size effects on properties) the course will cover the following topics:

1. Synthesis of clusters, nanoparticles and nanocomposites (Free-jet expansion, Physical vapor deposition, chemical vapor deposition, selection of chemical routes).
2. Optical properties (Quantum dots, luminescence, plasmons, measurement techniques, applications),
3. Magnetic properties (Superparamagnetism, measurement techniques, applications),
4. Transport properties (Superconductivity and magneto transport with an emphasis on granular systems),
5. Synthesis, properties and applications of nanowires and 2d materials

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- R.K. Goyal, Nanomaterials and nanocomposites : synthesis, properties, characterization techniques and applications, CRC Press 2018
- A.S. Edelstein (Ed.), Nanomaterials:Synthesis, properties, applications
- D. Vollath. Nanomaterials : An Introduction to Synthesis, Properties and Applications

M

3.121 Modul: Nanomaterials, mit Übungen (NF) [M-PHYS-105069]

Verantwortung: Dr. Thomas Reisinger
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110286	Nanomaterials, mit Übungen (NF)	8 LP	Reisinger, Wernsdorfer

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105068 - Nanomaterials, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105071 - Nanomaterials, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The field of nanomaterials is a very active area of research driven by the need for novel materials with enhanced functional properties. Many of these have had and continue to have profound impact in technological applications. In this class the students will acquire an understanding of the various aspects of nanomaterials that lead to enhanced properties with an emphasis on nanoparticulate systems. The students will develop a clear knowledge of methods for the fabrication of nanomaterials, their properties (optical, magnetic and electrical) as well as some of their applications. In order to gain some insights to current research problems the tutorial will be organized as a journal club, with the students presenting and discussing selected research articles.

Inhalt

After a general introduction to nanostructured materials with an emphasis on nanoparticle based systems (Reduced dimensionality, size effects on properties) the course will cover the following topics:

1. Synthesis of clusters, nanoparticles and nanocomposites (Free-jet expansion, Physical vapor deposition, chemical vapor deposition, selection of chemical routes).
2. Optical properties (Quantum dots, luminescence, plasmons, measurement techniques, applications),
3. Magnetic properties (Superparamagnetism, measurement techniques, applications),
4. Transport properties (Superconductivity and magneto transport with an emphasis on granular systems),
5. Synthesis, properties and applications of nanowires and 2d materials

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- R.K. Goyal, Nanomaterials and nanocomposites : synthesis, properties, characterization techniques and applications, CRC Press 2018
- A.S. Edelstein (Ed.), Nanomaterials: Synthesis, properties, applications
- D. Vollath. Nanomaterials : An Introduction to Synthesis, Properties and Applications

M

3.122 Modul: Nanomaterials, ohne Übungen [M-PHYS-105071]

- Verantwortung:** Dr. Thomas Reisinger
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer
- Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik
- Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110288	Nanomaterials, ohne Übungen	4 LP	Reisinger, Wernsdorfer

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105068 - Nanomaterials, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105069 - Nanomaterials, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The field of nanomaterials is a very active area of research driven by the need for novel materials with enhanced functional properties. Many of these have had and continue to have profound impact in technological applications. In this class the students will acquire an understanding of the various aspects of nanomaterials that lead to enhanced properties with an emphasis on nanoparticulate systems. The students will develop a clear knowledge of methods for the fabrication of nanomaterials, their properties (optical, magnetic and electrical) as well as some of their applications.

Inhalt

After a general introduction to nanostructured materials with an emphasis on nanoparticle based systems (Reduced dimensionality, size effects on properties) the course will cover the following topics:

1. Synthesis of clusters, nanoparticles and nanocomposites (Free-jet expansion, Physical vapor deposition, chemical vapor deposition, selection of chemical routes).
2. Optical properties (Quantum dots, luminescence, plasmons, measurement techniques, applications),
3. Magnetic properties (Superparamagnetism, measurement techniques, applications),
4. Transport properties (Superconductivity and magneto transport with an emphasis on granular systems),
5. Synthesis, properties and applications of nanowires and 2d materials

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (90 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- R.K. Goyal, Nanomaterials and nanocomposites : synthesis, properties, characterization techniques and applications, CRC Press 2018
- A.S. Edelstein (Ed.), Nanomaterials: Synthesis, properties, applications
- D. Vollath. Nanomaterials : An Introduction to Synthesis, Properties and Applications

M

3.123 Modul: Nano-Optics [M-PHYS-102146]**Verantwortung:** Dr. Andreas Naber**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)
 Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik (Wahl Optik und Photonik)
 Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)
 Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik

Leistungspunkte
8**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Jedes Wintersemester**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102282	Nano-Optics	8 LP	Naber

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102147 - Nano-Optics (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students

- improve their understanding of general principles in electrodynamics and optics
- have a deeper understanding of the theoretical background in optical imaging and its relation to phenomena on a nanoscale
- are familiar with conventional techniques in optical microscopy and make use of their knowledge for the understanding of nano-optical methods
- realize the necessity of completely new experimental concepts to overcome the constraints of classical microscopy in the exploration of optical phenomena beyond the diffraction limit
- understand the basics of different experimental approaches for optical imaging on a nanoscale
- are able to discuss pros and cons of these techniques for applications in different fields of physics and biology
- are aware of the importance of nano-optical methods for the elucidation of long-standing interdisciplinary issues

Inhalt

The lecture gives an introduction to theory and instrumentation of advanced methods in optical microscopy. Emphasis is laid on far- and near-field optical techniques with an optical resolution capability on a 10- to 100-nm-scale which is well below the principal limit of classical microscopy. Applications from different scientific disciplines are discussed (e.g., nano-antennas, single-molecule detection, plasmon-polariton propagation on metal surfaces, imaging of biological cell compartments including membranes).

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse in Optik

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.124 Modul: Nano-Optics (NF) [M-PHYS-102147]

Verantwortung: Dr. Andreas Naber
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102360	Nano-Optics (NF)	8 LP	Naber

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102146 - Nano-Optics](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students

- improve their understanding of general principles in electrodynamics and optics
- have a deeper understanding of the theoretical background in optical imaging and its relation to phenomena on a nanoscale
- are familiar with conventional techniques in optical microscopy and make use of their knowledge for the understanding of nano-optical methods
- realize the necessity of completely new experimental concepts to overcome the constraints of classical microscopy in the exploration of optical phenomena beyond the diffraction limit
- understand the basics of different experimental approaches for optical imaging on a nanoscale
- are able to discuss pros and cons of these techniques for applications in different fields of physics and biology
- are aware of the importance of nano-optical methods for the elucidation of long-standing interdisciplinary issues

Inhalt

The lecture gives an introduction to theory and instrumentation of advanced methods in optical microscopy. Emphasis is laid on far- and near-field optical techniques with an optical resolution capability on a 10- to 100-nm-scale which is well below the principal limit of classical microscopy. Applications from different scientific disciplines are discussed (e.g., nano-antennas, single-molecule detection, plasmon-polariton propagation on metal surfaces, imaging of biological cell compartments including membranes).

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse in Optik

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.125 Modul: Naturgefahren und Risiken [M-PHYS-101833]

Verantwortung: Dr. Andreas Schäfer
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	5

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-103525	Geological Hazards and Risk	8 LP	Schäfer

Erfolgskontrolle(n)

Active and regular attendance of lecture and practicals. Project work (graded).

Voraussetzungen

none

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105279 - Naturgefahren und Risiken, unbenotet](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students understand basic concepts of hazard and risk. They can explain in detail different aspects of earthquake hazard, volcanic hazard as well as other geological hazards, can compare and evaluate those hazards. They have fundamental knowledge of risk reduction and risk management. They know methods of risk modelling and are able to apply them.

Inhalt

- Earthquake Hazards
 - Short introduction to seismology and seismometry (occurrence of tectonic earthquakes, types of seismic waves, magnitude, intensity, source physics)
 - Induced seismicity
 - Engineering seismology, Recurrence intervals, Gutenberg-Richter, PGA, PGV, spectral acceleration, hazard maps
 - Earthquake statistics
 - Liquefaction
- Tsunami Hazards
- Landslide Hazards
- Hazards from Sinkholes
- Volcanic Hazards
 - Short introduction to physical volcanology
 - Types of volcanic hazards
- The Concept of Risk, Damage and Loss
- Data Analysis and the use of GIS in Risk analysis
- Risk Modelling - Scenario Analysis
- Risk Reduction and Risk Management
- Analysis Feedback and Prospects in the Risk Modelling Industry

Zusammensetzung der Modulnote

Project work will be graded.

Arbeitsaufwand

- 60 h: active attendance during lectures and exercises
- 90 h: review, preparation and weekly assignments
- 90 h: project work

Lehr- und Lernformen

4060121 Geological Hazards and Risk (V2)

4060122 Übungen zu Geological Hazards and Risk (Ü2)

Literatur

Literature will be provided by the lecturer.

M

3.126 Modul: Naturgefahren und Risiken, unbenotet [M-PHYS-105279]

Verantwortung: Dr. Andreas Schäfer
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte 8	Notenskala best./nicht best.	Turnus Jedes Wintersemester	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	--	---------------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110713	Geological Hazards and Risk, unbenotet	8 LP	Schäfer

Erfolgskontrolle(n)

Active and regular attendance of lecture and practicals. Project work (not graded).

Voraussetzungen

none

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-101833 - Naturgefahren und Risiken](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students understand basic concepts of hazard and risk. They can explain in detail different aspects of earthquake hazard, volcanic hazard as well as other geological hazards, can compare and evaluate those hazards. They have fundamental knowledge of risk reduction and risk management. They know methods of risk modelling and are able to apply them.

Inhalt

- Earthquake Hazards
 - Short introduction to seismology and seismometry (occurrence of tectonic earthquakes, types of seismic waves, magnitude, intensity, source physics)
 - Induced seismicity
 - Engineering seismology, Recurrence intervals, Gutenberg-Richter, PGA, PGV, spectral acceleration, hazard maps
 - Earthquake statistics
 - Liquefaction
- Tsunami Hazards
- Landslide Hazards
- Hazards from Sinkholes
- Volcanic Hazards
 - Short introduction to physical volcanology
 - Types of volcanic hazards
- The Concept of Risk, Damage and Loss
- Data Analysis and the use of GIS in Risk analysis
- Risk Modelling - Scenario Analysis
- Risk Reduction and Risk Management
- Analysis Feedback and Prospects in the Risk Modelling Industry

Arbeitsaufwand

- 60 h: active attendance during lectures and exercises
- 90 h: review, preparation and weekly assignments
- 90 h: project work

Lehr- und Lernformen

4060121 Geological Hazards and Risk (V2)

4060122 Übungen zu Geological Hazards and Risk (Ü2)

Literatur

Literature will be provided by the lecturer.

M

3.127 Modul: Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells [M-PHYS-105534]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste
Dr. Robert Ziegler

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte 8	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 3
-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-11115	Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells	8 LP	Nierste, Ziegler

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105582 - Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105833 - Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis theoretischer Konzepte wie quantenfeldtheoretische Anomalien, kinetische Mischung, effektive Theorien, Goldstone-Theorem. Sie verstehen das starke CP-Problem und mögliche Lösungsansätze, sie können einfache Standardmodellerweiterungen mit leichten Bosonen, Fermionen sowie Vektorteilchen konstruieren.

Inhalt

Dieses Modul vermittelt einen Überblick über die theoretischen und phänomenologischen Aspekte neuer leichter Teilchen jenseits des Standardmodells. Hierfür werden die theoretischen Grundlagen von QCD- Axionen, axion-artigen Teilchen, dunklen Photonen sowie sterilen Neutrinos betrachtet, wobei insbesondere die theoretische Motivation des QCD Axions ausführlich behandelt wird. Die Diskussion der Phänomenologie umfasst mögliche Zusammenhänge mit der dunklen Materie, Einschränkungen von Kosmologie und Astrophysik, dezidierte experimentelle Suchen mit Helio- und Haloskopen wie CAST oder ADMX, sowie Einschränkungen durch Hochpräzisionsexperimente wie Belle-II, NA62, XENON1T und KATRIN. In den vorlesungsbegleitenden Übungen werden die vermittelten Inhalte weiter vertieft.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung, Bearbeitung der Übungen und Vorbereitung der Prüfung (180 h)

Empfehlungen

Vertrautheit mit dem Standardmodell und der Theoretischen Teilchenphysik

Literatur

Wird auf der Webseite der Vorlesung und in der Vorlesung selbst angegeben

M**3.128 Modul: Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells (NF) [M-PHYS-105582]****Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste
Dr. Robert Ziegler**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	3

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111196	Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells (NF)	8 LP	Nierste, Ziegler

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105534 - Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105833 - Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis theoretischer Konzepte wie quantenfeldtheoretische Anomalien, kinetische Mischung, effektive Theorien, Goldstone-Theorem. Sie verstehen das starke CP-Problem und mögliche Lösungsansätze, sie können einfache Standardmodellerweiterungen mit leichten Bosonen, Fermionen sowie Vektorteilchen konstruieren.

Inhalt

Dieses Modul vermittelt einen Überblick über die theoretischen und phänomenologischen Aspekte neuer leichter Teilchen jenseits des Standardmodells. Hierfür werden die theoretischen Grundlagen von QCD- Axionen, axion-artigen Teilchen, dunklen Photonen sowie sterilen Neutrinos betrachtet, wobei insbesondere die theoretische Motivation des QCD Axions ausführlich behandelt wird. Die Diskussion der Phänomenologie umfasst mögliche Zusammenhänge mit der dunklen Materie, Einschränkungen von Kosmologie und Astrophysik, dezidierte experimentelle Suchen mit Helio- und Haloskopen wie CAST oder ADMX, sowie Einschränkungen durch Hochpräzisionsexperimente wie Belle-II, NA62, XENON1T und KATRIN. In den vorlesungsbegleitenden Übungen werden die vermittelten Inhalte weiter vertieft.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

Vertrautheit mit dem Standardmodell und der Theoretischen Teilchenphysik

Literatur

Wird auf der Webseite der Vorlesung und in der Vorlesung selbst angegeben

M**3.129 Modul: Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells, ohne Übungen [M-PHYS-105833]****Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste
Dr. Robert Ziegler**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1**Pflichtbestandteile**

T-PHYS-111703	Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells, ohne Übungen	4 LP	Nierste, Ziegler
---------------	--	------	------------------

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105582 - Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105534 - Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlangen ein vertieftes Verständnis theoretischer Konzepte wie quantenfeldtheoretische Anomalien, kinetische Mischung, effektive Theorien, Goldstone-Theorem. Darüber hinaus verstehen sie das starke CP-Problem und kennen mögliche effektive Lösungsansätze. Die Studierenden können einfache Standardmodellerweiterungen mit leichten Bosonen, Fermionen sowie Vektorbosonen konstruieren.

Inhalt

Dieses Modul vermittelt einen Überblick über die theoretischen und phänomenologischen Aspekte neuer leichter Teilchen jenseits des Standardmodells. Hierfür werden die theoretischen Grundlagen von QCD- Axionen, axion-artigen Teilchen, dunklen Photonen sowie sterilen Neutrinos betrachtet, wobei insbesondere die theoretische Motivation des QCD Axions ausführlich behandelt wird. Die Diskussion der Phänomenologie umfasst mögliche Zusammenhänge mit der dunklen Materie, Einschränkungen von Kosmologie und Astrophysik, dezidierte experimentelle Suchen mit Helio- und Haloskopen wie CAST oder ADMX, sowie Einschränkungen durch Hochpräzisionsexperimente wie Belle-II, NA62, XENON1T und KATRIN.

Arbeitsaufwand

120 h bestehend aus Präsenzzeiten (30 h) und Nachbereitung der Vorlesung inklusive Prüfungsvorbereitung (90 h)

Empfehlungen

Vertrautheit mit dem Standardmodell und der Theoretischen Teilchenphysik

Literatur

Wird auf der Webseite der Vorlesung und in der Vorlesung selbst angegeben

M

3.130 Modul: Nonlinear Optics [M-ETIT-100430]

Verantwortung: Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Einrichtung: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-ETIT-101906	Nonlinear Optics	6 LP	Koos

Erfolgskontrolle(n)

The oral exam is offered continuously upon individual appointment.

Voraussetzungen

none

Qualifikationsziele

The students

- understand and can mathematically describe the effect of basic nonlinear-optical phenomena using optical susceptibility tensors,
- understand and can mathematically describe wave propagation in nonlinear anisotropic materials,
- have an overview and can quantitatively describe common second-order nonlinear effects comprising the electro-optic effect, second-harmonic generation, sum- and difference frequency generation, parametric amplification and optical rectification,
- have an overview and can quantitatively describe the Kerr effect and other common third-order nonlinear effects, comprising self- and cross-phase modulation, four-wave mixing, self-focussing, and third-harmonic generation,
- have an overview and can describe nonlinear-optical interaction in active devices such as semiconductor optical amplifiers
- conceive the basic principles of various phase-matching techniques and can apply them to practical design problems,
- conceive the basic principles electro-optic modulators, can apply them to practical design problems, and have an overview on state-of-the art devices,
- conceive the basic principles third-order nonlinear signal processing and can apply them to practical design problems.

Inhalt

1. The nonlinear optical susceptibility: Maxwell's equations and constitutive relations, relation between electric field and polarization, formal definition and properties of the nonlinear optical susceptibility tensor,
2. Wave propagation in nonlinear anisotropic materials
3. Second-order nonlinear effects and devices: Linear electro-optic effect / Pockels effect, second-harmonic generation, sum- and difference-frequency generation, phase matching, parametric amplification, optical rectification
4. Third-order nonlinear effects and devices: Nonlinear refractive index and Kerr effect, self- and cross-phase modulation, four-wave mixing, self-focussing, third-harmonic generation
5. Nonlinear effects in active optical devices

Zusammensetzung der Modulnote

The module grade is the grade of the oral exam.

There is a bonus system based on the problem sets that are solved during the tutorials: During the term, 3 problem sets will be collected in the tutorial and graded without prior announcement. If for each of these sets more than 70% of the problems have been solved correctly, a bonus of 0.3 grades will be granted on the final mark of the oral exam.

Arbeitsaufwand

Approx. 180 h – 30 h lectures, 30 h exercises, 120 h homework and self-studies

Literatur

R. Boyd. Nonlinear Optics. Academic Press, New York, 1992.

E.H. Li S. Chiang Y. Guo, C.K. Kao. Nonlinear Photonics. Springer Verlag, 2002

G. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, Academic Press, San Diego, 1995.

M

3.131 Modul: Non-supersymmetric Extensions of the Standard Model (NF) [M-PHYS-105639]

Verantwortung: Dr. Monika Blanke
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111277	Non-supersymmetric Extensions of the Standard Model (NF)	4 LP	Blanke, Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung, unbenotet. Aktive Teilnahme an der Flipped Classroom Vorlesung ist die Voraussetzung zum Bestehen des Kurses.

Voraussetzungen

basic knowledge of quantum field theory and the standard model of particle physics

Qualifikationsziele

The students are able to study and understand concepts of modern particle physics, apply their knowledge to related problems and discuss solutions with their peers.

Inhalt

This module introduces popular non-supersymmetric extensions of the Standard Model and discusses their phenomenology. Topics include:

- Standard Model and its limitations: electroweak hierarchy problem, flavour problem
- dynamical symmetry breaking and Goldstone bosons
- collective symmetry breaking and Little Higgs models
- composite Higgs models
- partial compositeness and flavour
- extra dimensions and branes
- Randall-Sundrum model, AdS/CFT correspondence

Anmerkungen

The module is held in the flipped-classroom format. Materials are provided for self-study. Questions and applications are discussed during the lecture.

Arbeitsaufwand

120 h bestehend aus Präsenzzeiten (30 h) und Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (90 h)

Literatur

will be announced in the first lecture

M

3.132 Modul: Oberflächenphysik, mit Übungen [M-PHYS-102134]

Verantwortung:	Prof. Dr. Wulf Wulfhekel PD Dr. Khalil Zakeri-Lori
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
10	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102512	Oberflächenphysik, mit Übungen	10 LP	Wulfhekel, Zakeri-Lori

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102133 - Oberflächenphysik, ohne Übungen** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-102136 - Oberflächenphysik, mit Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden werden in die Grundbegriffe der Oberflächenphysik eingeführt, sie beherrschen die relevanten theoretischen Konzepte und verstehen die Konzepte und Messmethoden der Oberflächenphysik sowie deren Anwendung. In Gruppen lösen sie konkrete Probleme der Oberflächenphysik unter Anwendung des in der Vorlesung erworbenen Faktenwissens.

Inhalt

In der Vorlesung Oberflächenphysik wird die Festkörperphysik an Oberflächen und Grenzflächen sowie die physikalische Chemie an Oberflächen besprochen. Beginnen mit der zweidimensionalen Raumgruppe wird die Struktur von Oberflächen besprochen sowie Effekte, die durch die Symmetriebrechung an Ober- und Grenzflächen entstehen. Weiterhin wird das Schichtwachstum und die Modifikation des Schichtwachstums mittels verschiedener Techniken behandelt. Der Hauptteil der Vorlesung beschäftigt sich mit der elektronischen Struktur von zweidimensionalen Systemen und Nanostrukturen sowie den experimentellen Techniken der Oberflächenphysik.

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (225 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- K. Oura, V.G. Lifshits, A.A. Saranin, A.V. Zotov, M. Katayama, Surface Science: An Introduction, Springer
- H. Ibach, Physics of Surfaces and Interfaces, Springer

M

3.133 Modul: Oberflächenphysik, mit Übungen (NF) [M-PHYS-102136]

Verantwortung: Prof. Dr. Wulf Wulfhekel
PD Dr. Khalil Zakeri-Lori

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte 10	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
------------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102510	Oberflächenphysik, mit Übungen (NF)	10 LP	Wulfhekel, Zakeri-Lori

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102133 - Oberflächenphysik, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102134 - Oberflächenphysik, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden werden in die Grundbegriffe der Oberflächenphysik eingeführt, sie beherrschen die relevanten theoretischen Konzepte und verstehen die Konzepte und Messmethoden der Oberflächenphysik sowie deren Anwendung. In Gruppen lösen sie konkrete Probleme der Oberflächenphysik unter Anwendung des in der Vorlesung erworbenen Faktenwissens.

Inhalt

In der Vorlesung Oberflächenphysik wird die Festkörperphysik an Oberflächen und Grenzflächen sowie die physikalische Chemie an Oberflächen besprochen. Beginnen mit der zweidimensionalen Raumgruppe wird die Struktur von Oberflächen besprochen sowie Effekte, die durch die Symmetriebrechung an Ober- und Grenzflächen entstehen. Weiterhin wird das Schichtwachstum und die Modifikation des Schichtwachstums mittels verschiedener Techniken behandelt. Der Hauptteil der Vorlesung beschäftigt sich mit der elektronischen Struktur von zweidimensionalen Systemen und Nanostrukturen sowie den experimentellen Techniken der Oberflächenphysik.

Arbeitsaufwand

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (225 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- K. Oura, V.G. Lifshits, A.A. Saranin, A.V. Zotov, M. Katayama, Surface Science: An Introduction, Springer
- H. Ibach, Physics of Surfaces and Interfaces, Springer

M

3.134 Modul: Oberflächenphysik, ohne Übungen [M-PHYS-102133]

Verantwortung:	Prof. Dr. Wulf Wulfhekel PD Dr. Khalil Zakeri-Lori
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102513	Oberflächenphysik, ohne Übungen	8 LP	Wulfhekel, Zakeri-Lori

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102134 - Oberflächenphysik, mit Übungen** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-102136 - Oberflächenphysik, mit Übungen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden werden in die Grundbegriffe der Oberflächenphysik eingeführt, sie beherrschen die relevanten theoretischen Konzepte und verstehen die Konzepte und Messmethoden der Oberflächenphysik sowie deren Anwendung.

Inhalt

In der Vorlesung Oberflächenphysik wird die Festkörperphysik an Oberflächen und Grenzflächen sowie die physikalische Chemie an Oberflächen besprochen. Beginnen mit der zweidimensionalen Raumgruppe wird die Struktur von Oberflächen besprochen sowie Effekte, die durch die Symmetriebrechung an Ober- und Grenzflächen entstehen. Weiterhin wird das Schichtwachstum und die Modifikation des Schichtwachstums mittels verschiedener Techniken behandelt. Der Hauptteil der Vorlesung beschäftigt sich mit der elektronischen Struktur von zweidimensionalen Systemen und Nanostrukturen sowie den experimentellen Techniken der Oberflächenphysik.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- K. Oura, V.G. Lifshits, A.A. Saranin, A.V. Zotov, M. Katayama, Surface Science: An Introduction, Springer
- H. Ibach, Physics of Surfaces and Interfaces, Springer

M

3.135 Modul: Particle Physics with Extra Dimensions [M-PHYS-106055]

Verantwortung: Dr. Monika Blanke
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte
4

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-112244	Particle Physics with Extra Dimensions	4 LP	Blanke, Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

Kenntnisse aus den Bereichen Quantenfeldtheorie und Standardmodell der Teilchenphysik werden vorausgesetzt.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen und verstehen Konzepte der modernen Teilchenphysik, im Besonderen solche, die sich auf Erweiterungen des Standardmodells mit zusätzlichen Raumzeit-Dimensionen beziehen.

Inhalt

Dieses Modul führt in die theoretischen Konzepte der Teilchenphysik mit zusätzlichen Raumzeit-Dimensionen ein und diskutiert deren Phänomenologie. Die Themen beinhalten:

- compactification, orbifolds and boundary conditions
- 5D fields and Kaluza-Klein decomposition
- gauge-Higgs unification
- warped geometry and the Randall-Sundrum model
- gauge and flavour hierarchies in RS
- AdS/CFT correspondence

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (90 Stunden).

Literatur

Wird in der ersten Vorlesung angegeben

M**3.136 Modul: Photovoltaik [M-ETIT-100513]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Jedes Sommersemester**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Deutsch**Level**
4**Version**
2**Pflichtbestandteile**

T-ETIT-101939	Photovoltaik	6 LP	Powalla
---------------	------------------------------	------	---------

Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (2 h). Die Modulnote ist die Note dieser schriftlichen Prüfung.

Voraussetzungen

"M-ETIT-100524 - Solar Energy" darf nicht begonnen sein.

Qualifikationsziele

Für die Vorlesung Photovoltaik mit 3 SWS Vorlesung und 1 SWS Übung werden folgende Kompetenzanforderungen durch die folgenden Ziele konkretisiert:

A. Fachwissen:

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung können die Studierenden:

- die Energiewandlung im Halbleiter verstehen. Sie analysieren die physikalische Beschreibung von Licht und die Wechselwirkung von Licht mit Festkörpern. Die Studierenden erlangen Wissen über die Energiewandlung verschiedener Energieformen sowie den Transport von elektrischer Energie in Halbleitern und Metallen. Sie können die Funktionsweise von p/n Dioden beschreiben und mathematisch abbilden.
- die hiermit verbundenen aktuellen technologischen und produktionstechnischen Fragestellungen diskutieren. Insbesondere untersuchen die Studierenden die technische Umsetzung von Halbleiteranforderungen in technische Prozesse. Sie erlangen Wissen über die gesamte Wertschöpfungskette (physikalische Prinzipien, materialwissenschaftliche Aspekte, produktionstechnische Anwendungen sowie systemische Integration)
- photovoltaische Energiesysteme im Zusammenspiel aller Komponenten erfassen. Der Vergleich der systemischen Integration von netzfernen und netzintegrierten solar basierter Energieerzeugungsanlagen hilft die Komponenten sowie deren Auslegung zu erklären. Mit Hilfe von Kennzahlen kann die Anlagengüte, Wirkungsgrade, Kosten etc. erklärt werden.
- Insbesondere zur Optimierung ökonomischer und ökologischer Kennzahlen quantifizieren die Studierenden die Verlustmechanismen in der Solarzelle im Solarkonverter sowie der solaren Systeme und lernen Betriebserfahrungen sowie Langzeitstabilitätsthemen kennen.
- Funktionsweisen verschiedener Solarzellentechnologien und solarthermischer Energieumwandlung begreifen sowie in einem Gesamtenergiesystem einzuordnen

B. Forschungs- und Problemlösungskompetenz:

Die Studierenden (nach der Teilnahme an der Veranstaltung)

- sind befähigt, fächerübergreifend zu denken. Basiskompetenzen aus der Physik, Elektrotechnik und Informationstechnik, Produktionstechnik und Ökonomie werden zusammengeführt und ergänzen sich zu einem Gesamtbild.
- sind vertraut mit den Verfahren zur Analyse von aus diskreten Bauelementen, zusammengesetzten Systemen,
- sind vertraut mit State-of-the-art Methoden der Beschreibung von Energieumwandlungsanlagen unter Nutzung solarer Primärenergie,

C. Beurteilungs- und planerische Kompetenz:

Die Studierenden (nach der Teilnahme an der Veranstaltung)

- können verschiedene Solarzellenkonzepte sowie verschiedene Lösungsvarianten zur solaren Stromerzeugung beurteilen und einordnen,
- erkennen Grenzen und Herausforderung der Bereitstellung von elektrischer Energie aus örtlich und zeitlich fluktuierenden Quellen und können so Neuentwicklungen anstoßen,
- hinterfragen neue Konzepte in dem hochdynamischen Feld der solaren elektrischen Energieerzeugung im Zusammenhang mit Klimaschutz und Versorgungssicherheit

D. Selbst- und Sozialkompetenz:

Die Studierenden (nach der Teilnahme an der Veranstaltung)

- sind vertraut mit der Herleitung und des Ursprungs der wichtigsten physikalischen Zusammenhänge und erkennen die Synergie verschiedener wissenschaftlichen Disziplinen,
- können Aufgaben selbstständig berechnen und die Ergebnisse schriftlich und mündlich kommunizieren,
- erkennen die Relevanz technischer Lösungen zum Klimaschutz

Inhalt

Dieses Modul soll Studierenden die Energiewandlung im Halbleiter verständlich machen. Es werden photovoltaische Energiesysteme im Zusammenspiel aller Komponenten behandelt und Verlustmechanismen in der Solarzelle und im Photovoltaiksystem quantifiziert. Dabei wird die Funktionsweise solarthermischer Energieerzeugung vermittelt. Darüber hinaus werden die hiermit verbundenen aktuellen technologischen und produktionstechnischen Fragestellungen diskutiert.

Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Anmerkungen

Folien werden über Ilias bereitgestellt. Ebenso inhaltliche Zusammenfassung als pdf.

Arbeitsaufwand

Berechnungsbasis: 15 Vorlesungswochen

1. Präsenzzeit Vorlesung: $23 * 1,5 \text{ h} = 34,5 \text{ h}$
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: $23 * 2 \text{ h} = 46 \text{ h}$
3. Übung $7 * 1,5 \text{ h} = 10,5 \text{ h}$.
4. Vor- und Nachbereitungszeit Übung: $7 * 4 \text{ h} = 28 \text{ h}$
5. Exkursion 10 h
6. Prüfungsvorbereitung und Präsenz (2h): 51 h

Summe = 180 h

Literatur

Liste der relevanten Fachliteratur.

<http://www.erneuerbare-energien.de>

<http://pveducation.org/pvcdrom>.

<http://www.sciencedirect.com/science/referenceworks/9780080878737#ancv1>

Würfel, Physik der Solarzellen, 2. Auflage (Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2000)

Konrad Mertens Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis (Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG, 06.08.2018)

M

3.137 Modul: Physik der Lithosphäre, benotet [M-PHYS-101960]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Joachim Ritter
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
3	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-103574	Physik der Lithosphäre, Studienleistung	2 LP	Ritter
T-PHYS-103678	Physik der Lithosphäre, Prüfung	1 LP	Ritter

Erfolgskontrolle(n)

Die Modulnote wird durch die Note der Erfolgskontrolle anderer Art bestimmt. Benotet werden Übungsblätter (25%), Vortrag (25%) und Bericht (50%).

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen den Aufbau und die physikalischen Eigenschaften der Lithosphäre und verstehen die unterschiedlichen Definitionen zur Lage der Lithosphären-Asthenosphären-Grenze. Sie verfügen über grundlegendes Wissen im Bereich der Gesteinsphysik, speziell über die mathematischen und physikalischen Gesetze der Spannungen in Gesteinen und können diese auf unbekannte Problemstellungen anwenden. Sie verstehen die physikalischen Konzepte von Elastizität, Biegesteifigkeit und Wärmefluss der Lithosphäre und können einfache Berechnungen mit gesteinsphysikalischen Parametern durchführen. Die Studierenden können ihre Ergebnisse analysieren und interpretieren.

Die Studierenden kennen physikalische Untersuchungsmöglichkeiten der Lithosphäre, insbesondere jene, welche an der Kontinentalen Tiefbohrung durchgeführt wurden. Sie können lithosphärische Gesteine im Gelände beschreiben, erkennen, einordnen und deren Entstehungsgeschichte erläutern. Sie reflektieren die neuen Kenntnisse kritisch und ordnen sie in einen größeren Zusammenhang ein.

Die Studierenden sind in der Lage, selbstorganisiert und lösungsorientiert an einer vorgegebenen konkreten Fragestellung aus dem Bereich der physikalischen Untersuchungsmethoden der Lithosphäre zu arbeiten und Fachliteratur zu verstehen. Sie können die Fragestellung überblicken, analysieren, interpretieren und bewerten. Sie sind in der Lage, fachbezogen zu argumentieren und über die Inhalte mit Kommilitonen zu diskutieren und ihren eigenen Standpunkt zu vertreten. Ebenso können sie den Standpunkt der anderen kritisch hinterfragen.

Inhalt

- Aufbau und physikalische Eigenschaften der Lithosphäre
- Abgrenzung der Lithosphäre: Definitionen
- Gesteinsphysik
- Spannungen im Gestein
- Elastizität und Biegesteifigkeit
- Wärmefluss
- Physikalische Untersuchungsmethoden der Lithosphäre

Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote wird durch die Note der Erfolgskontrolle anderer Art bestimmt. Benotet werden Übungsblätter (25%), Vortrag (25%) und Bericht (50%).

Arbeitsaufwand

90 h teilen sich auf in

- 15 h Vorlesung und Übungen am GPI
- 5 h Nachbereitung der Vorlesung und Übungen am GPI
- 18 h Vorlesung und Übungen im Gelände (In-Situ)
- 15 h Bearbeitung der Übungsblätter
- 25 h Vorbereitung des Vortrags
- 12 h Erstellen eines Berichts

M

3.138 Modul: Physik der Quanteninformation [M-PHYS-104866]

Verantwortung:	Prof. Dr. Alexander Shnirman
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Wahl Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109898	Physik der Quanteninformation	6 LP	Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104867 - Physik der Quanteninformation \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundlagen der Quanteninformation, Quantenalgorithmen und Quantensimulationen. Sie haben ein vertieftes physikalisches Verständnis der Quantenmechanik, insbesondere der Konzepte von Kohärenz, Dekohärenz (Dissipation), Messprozess und Verschränkung.

Inhalt

I. Theorie des Quantencomputings

1. Grundlagen (Qubits, Register, Gates, Rabi-Oszillationen, Einfache Algorithmen)
2. Quantenalgorithmen, Quantensimulationen
3. Adiabatische Prozesse (Landau-Zehner-Übergänge, Berry-Phase, Holonomies)
4. Offene Quantensysteme (Dichte-Operator, Dekohärenz), Quanten-Messungen
5. Quantenfehlerkorrektur

II. Einige physikalische Realisierungen

1. Quantenoptik, Kalte Ionen
2. Josephson-Qubits (Josephson Effekt, Makroskopisches Quantentunneln, Dissipation, Caldeira-Leggett-Modell, Verschiedene Qubits)
3. Topologisches Quantencomputing / Majorana-Quasiteilchen

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse in der Quantenmechanik I und II werden vorausgesetzt; Vorkenntnisse aus der Statistischen Physik und TKM I sind nützlich.

Literatur

- M. A. Nielsen and I. L. Chuang, "Quantum Computation and Quantum Information"
- H.-P. Breuer and F. Petruccione, "The theory of open quantum systems"
- G. Chen et al., "Quantum Computing Devices: Principles, Designs, and Analysis"

M

3.139 Modul: Physik der Quanteninformation (NF) [M-PHYS-104867]

Verantwortung: Prof. Dr. Alexander Shnirman
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Deutsch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109900	Physik der Quanteninformation (NF)	6 LP	Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104866 - Physik der Quanteninformation](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundlagen der Quanteninformation, Quantenalgorithmien und Quantensimulationen. Sie haben ein vertieftes physikalisches Verständnis der Quantenmechanik, insbesondere der Konzepte von Kohärenz, Dekohärenz (Dissipation), Messprozess und Verschränkung.

Inhalt

I. Theorie des Quantencomputings

1. Grundlagen (Qubits, Register, Gates, Rabi-Oszillationen, Einfache Algorithmen)
2. Quantenalgorithmien, Quantensimulationen
3. Adiabatische Prozesse (Landau-Zehner-Übergänge, Berry-Phase, Holonomies)
4. Offene Quantensysteme (Dichte-Operator, Dekohärenz), Quanten-Messungen
5. Quantenfehlerkorrektur

II. Einige physikalische Realisierungen

1. Quantenoptik, Kalte Ionen
2. Josephson-Qubits (Josephson Effekt, Makroskopisches Quantentunneln, Dissipation, Caldeira-Leggett-Modell, Verschiedene Qubits)
3. Topologisches Quantencomputing / Majorana-Quasiteilchen

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse in der Quantenmechanik I und II werden vorausgesetzt; Vorkenntnisse aus der Statistischen Physik und TKM I sind nützlich.

Literatur

- M. A. Nielsen and I. L. Chuang, "Quantum Computation and Quantum Information"
- H.-P. Breuer and F. Petruccione, "The theory of open quantum systems"
- G. Chen et al., "Quantum Computing Devices: Principles, Designs, and Analysis"

M

3.140 Modul: Physik seismischer Messinstrumente [M-PHYS-102358]

Verantwortung: Dr. Thomas Forbriger
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104727	Physik seismischer Messinstrumente	6 LP	Forbriger

Erfolgskontrolle(n)

To pass the module, the oral exam (approx. 45 minutes) must be passed. As prerequisite a student must successfully participate the corresponding exercise classes. Successful participation is based on exceeding a certain percentage of the combined total number of points awarded, as applicable, for exercise sheets, other homework (such as, for instance, reports) and written tests held as part of the exercises. The percentage threshold is communicated to students at the beginning of the course and documented in Ilias.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102653 - Physik seismischer Messinstrumente \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students understand the causes and consequences of different physical excitation mechanisms for inertial seismometers. They can explain essential considerations for installation and shielding. The students understand the concept of frequency response and are able to express a transfer function in terms of poles and zeroes. They can apply these concepts to sensors with electrodynamic transducers. The students can explain the significance of linearity. They are able to quantitatively infer the physical input signal from the recording of a seismic instrument. The students are able to use the concepts of bandwidth and dynamic range when expressing properties of signals and instruments. The students know means to express noise levels and to estimate instrumental self-noise. They can explain measures to increase the sensitivity and can explain the essential principles of modern force-balance feedback seismometers.

Inhalt

- The mechanical sensor and the driven harmonic oscillator
- Various driving forces and wanted and unwanted sensitivity
- Installation and shielding
- The seismometer with electrodynamic transducer, effective gain, and damping due to passive electrodynamic feedback
- The frequency response, transfer function, poles and zeroes, non-linearity
- Seismic signals, bandwidth, dynamic range, and noise floor
- The force-balance feedback seismometer, displacement transducer, phase sensitive rectifier, controller, and the role of open-loop gain
- Effective transfer function of the velocity broad-band seismometer

Arbeitsaufwand

180 hours composed of attendance time (45 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (135 h)

Empfehlungen

A sound knowledge of the theory of ordinary differential equations and integral transformations (Fourier transformation) is expected. Basic skills in practical signal processing using elementary computer programming techniques are needed in the exercises. A basic understanding of seismic waves in the Earth is helpful.

Literatur

- Bormann, P., (ed.), 2012. New Manual of Seismological Observatory Practice. 2nd edition. GeoForschungsZentrum Potsdam. DOI: 10.2312/GFZ.NMSOP-2. <http://dx.doi.org/10.2312/GFZ.NMSOP-2>. Chapters 4 and 5 in particular.

Further recommendations will be given during the course.

M

3.141 Modul: Physik seismischer Messinstrumente (NF) [M-PHYS-102653]

Verantwortung: Dr. Thomas Forbriger
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105567	Physik seismischer Messinstrumente (NF)	6 LP	Forbriger

Erfolgskontrolle(n)

To pass the module, a student must successfully participate the corresponding exercise classes. Successful participation is based on exceeding a certain percentage of the combined total number of points awarded, as applicable, for exercise sheets, other homework (such as, for instance, reports) and written tests held as part of the exercises. The percentage threshold is communicated to students at the beginning of the course and documented in Ilias.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102358 - Physik seismischer Messinstrumente](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students understand the causes and consequences of different physical excitation mechanisms for inertial seismometers. They can explain essential considerations for installation and shielding. The students understand the concept of frequency response and are able to express a transfer function in terms of poles and zeroes. They can apply these concepts to sensors with electrodynamic transducers. The students can explain the significance of linearity. They are able to quantitatively infer the physical input signal from the recording of a seismic instrument. The students are able to use the concepts of bandwidth and dynamic range when expressing properties of signals and instruments. The students know means to express noise levels and to estimate instrumental self-noise. They can explain measures to increase the sensitivity and can explain the essential principles of modern force-balance feedback seismometers.

Inhalt

- The mechanical sensor and the driven harmonic oscillator
- Various driving forces and wanted and unwanted sensitivity
- Installation and shielding
- The seismometer with electrodynamic transducer, effective gain, and damping due to passive electrodynamic feedback
- The frequency response, transfer function, poles and zeroes, non-linearity
- Seismic signals, bandwidth, dynamic range, and noise floor
- The force-balance feedback seismometer, displacement transducer, phase sensitive rectifier, controller, and the role of open-loop gain
- Effective transfer function of the velocity broad-band seismometer

Arbeitsaufwand

180 hours composed of attendance time (45 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (135 h)

Empfehlungen

A sound knowledge of the theory of ordinary differential equations and integral transformations (Fourier transformation) is expected. Basic skills in practical signal processing using elementary computer programming techniques are needed in the exercises. A basic understanding of seismic waves in the Earth is helpful.

Literatur

- Bormann, P., (ed.), 2012. New Manual of Seismological Observatory Practice. 2nd edition. GeoForschungsZentrum Potsdam. DOI: 10.2312/GFZ.NMSOP-2. <http://dx.doi.org/10.2312/GFZ.NMSOP-2>. Chapters 4 and 5 in particular.

Further recommendations will be given during the course.

M

3.142 Modul: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum [M-PHYS-101395]

Verantwortung: Dr. Gernot Guigas
Dr. Andreas Naber
Dr. Christoph Sürgers
Dr. Joachim Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Semester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102479	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum	6 LP	Guigas, Naber, Sürgers, Wolf

Erfolgskontrolle(n)

Die Leistungsnachweise müssen für jeden einzelnen Versuch erbracht werden. Dazu zählen Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Anfertigen eines Protokolls. Zum Bestehen des Praktikums ist es erforderlich, dass alle Versuche durchgeführt und die Protokolle von den jeweiligen Betreuern anerkannt werden. Für Details siehe <http://www.physik.kit.edu/Studium/F-Praktika/>.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen in den Versuchen moderne experimentelle Methoden und fortgeschrittene Techniken kennen. Dabei vertiefen sie ihr Verständnis physikalischer Konzepte und erhöhen ihre Fähigkeit, Theorie und Experiment einander gegenüberzustellen. Sie verbessern die sichere Bedienung auch komplexer Messaufbauten und gewinnen fortgeschrittene Kenntnisse der Messwerterfassung und -verarbeitung. Auch bei komplexen Messprozessen lernen Sie eine fehlerfreie Funktion sicherzustellen. Sie gewinnen einen routinierten Umgang mit Datenanalyseprogrammen zur Auswertung experimenteller Daten. Sie entwickeln einen kritischen Umgang mit Messergebnissen und verbessern so die Fähigkeit zur Einschätzung ihrer Verlässlichkeit. Durch die sorgfältige Ausarbeitung der eigenen Versuchsergebnisse erhöhen sie ihre Schreibkompetenz und vertiefen das korrekte Zitieren fremder Quellen.

Inhalt

Versuche aus den Bereichen Atomphysik, Kernphysik, Festkörperphysik, Biophysik und Moderner Optik / Quantenoptik. Eine Liste der Versuche ist unter <http://www.physik.kit.edu/Studium/F-Praktika/> zu finden

Anmerkungen

Verpflichtende Teilnahme an Vorbesprechung mit Sicherheitsunterweisung und Strahlenschutzbelehrung.

Arbeitsaufwand

5 Versuche, 180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Vorbereitung, Auswertung der Versuche und Anfertigen der Protokolle (120).

Literatur

Lehrbücher der Experimentalphysik. Spezielles Material für jeden einzelnen Versuch wird bereitgestellt.

M**3.143 Modul: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 1 TL [M-PHYS-102091]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
Zehntelnoten**Sprache**
Deutsch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104384	Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 1 TL, 8 LP ben	8 LP	

Voraussetzungen

keine

M**3.144 Modul: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 2 TLen [M-PHYS-103129]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach

Leistungspunkte 8	Notenskala Zehntelnoten	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106221	Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 2 TL, 4 LP ben	4 LP	
T-PHYS-106222	Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 2 TL, 4 LP ben	4 LP	

Voraussetzungen

keine

M**3.145 Modul: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TLen [M-PHYS-103130]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach](#)**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
Zehntelnoten**Sprache**
Deutsch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106223	Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TL, 3 LP ben	3 LP	
T-PHYS-106224	Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TL, 3 LP ben	3 LP	
T-PHYS-106225	Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TL, 2 LP ben	2 LP	

Voraussetzungen

keine

M**3.146 Modul: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TLen [M-PHYS-103131]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach](#)**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
Zehntelnoten**Sprache**
Deutsch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106226	Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben	2 LP	
T-PHYS-106227	Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben	2 LP	
T-PHYS-106228	Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben	2 LP	
T-PHYS-106229	Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben	2 LP	

Voraussetzungen

keine

M

3.147 Modul: Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen [M-PHYS-105640]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gudrun Heinrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111279	Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen	8 LP	Heinrich

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105641 - Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105642 - Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students acquire knowledge about current topics in the comparison of measurements at high energy colliders like the CERN Large Hadron Collider to theoretical predictions, in particular in Quantum Chromodynamics and the Higgs sector. The students can calculate simple loop integrals and get to know computer programs that are used in the field of precision calculations. The knowledge in these computational aspects is deepened by the accompanying exercises. In addition, they learn how to communicate in scientific English.

Inhalt

This Module should give an overview on current topics in collider physics from a theoretical physics point of view. Important concepts for the comparison of measurements to theoretical predictions are introduced. Hot topics in the Higgs sector as well as methods to perform precision calculations are discussed in detail.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vor- und Nachbereitung der Übungen (180 h).

Empfehlungen

Kenntnisse auf dem Level von TTP0 oder TTP>0 sind von Vorteil

Literatur

- Dissertori, Knowles, Schmelling, "Quantum Chromodynamics: High energy experiments and theory", Oxford University Press;
- Campbell, Houston, Krauss, "The black book of Quantum Chromodynamics", Oxford University Press;
- V.A. Smirnov, "Feynman Integral Calculus", Springer 2006; Dawson, Englert, Plehn, "Higgs Physics: It ain't over till it's over", <https://arxiv.org/abs/1808.01324>

M**3.148 Modul: Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen (NF) [M-PHYS-105642]**

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: **Physikalisches Nebenfach / Theoretische Teilchenphysik**

Leistungspunkte
8**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111281	Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen (NF)	8 LP	Heinrich

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-105640 - Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-105641 - Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, ohne Übungen** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students acquire knowledge about current topics in the comparison of measurements at high energy colliders like the CERN Large Hadron Collider to theoretical predictions, in particular in Quantum Chromodynamics and the Higgs sector. The students can calculate simple loop integrals and get to know computer programs that are used in the field of precision calculations. The knowledge in these computational aspects is deepened by the accompanying exercises. In addition, they learn how to communicate in scientific English.

Inhalt

This Module should give an overview on current topics in collider physics from a theoretical physics point of view. Important concepts for the comparison of measurements to theoretical predictions are introduced. Hot topics in the Higgs sector as well as methods to perform precision calculations are discussed in detail.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Vor- und Nachbereitung der Übungen (180 h).

Empfehlungen

Kenntnisse auf dem Level von TTP0 oder TTP>0 sind von Vorteil

Literatur

- Dissertori, Knowles, Schmelling, "Quantum Chromodynamics: High energy experiments and theory", Oxford University Press;
- Campbell, Houston, Krauss, "The black book of Quantum Chromodynamics", Oxford University Press;
- V.A. Smirnov, "Feynman Integral Calculus", Springer 2006; Dawson, Englert, Plehn, "Higgs Physics: It ain't over till it's over", <https://arxiv.org/abs/1808.01324>

M**3.149 Modul: Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, ohne Übungen [M-PHYS-105641]****Verantwortung:** Prof. Dr. Gudrun Heinrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111280	Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, ohne Übungen	4 LP	Heinrich

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105640 - Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-105642 - Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students acquire knowledge about current topics in the comparison of measurements at high energy colliders like the CERN Large Hadron Collider to theoretical predictions, in particular in Quantum Chromodynamics and the Higgs sector. The students can calculate simple loop integrals and get to know computer programs that are used in the field of precision calculations. In addition, they learn how to communicate in scientific English.

Inhalt

This Module should give an overview on current topics in collider physics from a theoretical physics point of view. Important concepts for the comparison of measurements to theoretical predictions are introduced. Hot topics in the Higgs sector as well as methods to perform precision calculations are discussed in detail. For this variant without the exercises there will be less details on the computational aspects.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (90 h).

Empfehlungen

Kenntnisse auf dem Level von TTP0 oder TTP>0 sind von Vorteil

Literatur

- Dissertori, Knowles, Schmelling, "Quantum Chromodynamics: High energy experiments and theory", Oxford University Press;
- Campbell, Houston, Krauss, "The black book of Quantum Chromodynamics", Oxford University Press; V.A. Smirnov, "Feynman Integral Calculus", Springer 2006;
- Dawson, Englert, Plehn, "Higgs Physics: It ain't over till it's over", <https://arxiv.org/abs/1808.01324>

M

3.150 Modul: Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie: Quantenkritikalität [M-PHYS-105538]

Verantwortung:	Dr. Robert Eder Prof. Dr. Jörg Schmalian
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Wahl Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte 10	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111119	Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie: Quantenkritikalität	10 LP	Eder, Schmalian

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

TKM 1

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können Systeme der Kondensierten Materie mit Methoden der Quantenfeldtheorie analysieren, strukturieren und formal beschreiben.
- Die Studierenden können die Methoden der Quantenfeldtheorie im Bereich der Kondensierten Materie anwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage, Berechnungen durchzuführen, die Vielteilchensysteme in der Umgebung von Quantenphasenübergängen beschreiben.

Inhalt

Vorlesungen und Übungen vermitteln bzw. vertiefen die Konzepte der Beschreibung kondensierter Materie mit den Methoden der Quantenfeldtheorie, wobei dem Phänomen der Quantenkritikalität besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Einführung: geordnete Phasen, Symmetriebrechung
- Renormierungsgruppe in klassischen und quantenmechanischen Systemen
- Anwendungen zum Ising Modell im transversalen Feld, Quantenkritikalität in Graphen, wechselwirkende Bosonen im Grenzfall kleiner Dichten

Arbeitsaufwand

300 h bestehend aus Präsenzzeiten (75 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (225 h)

Empfehlungen

TKM2

Literatur

- Subir Sachdev, Quantum Phase Transitions, Cambridge University Press, 2000
- Eduardo Fradkin, Field Theories of Condensed Matter Systems, Frontiers in Physics, Addison Wesley Publ.

M

3.151 Modul: Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie: Quantenkritikalität (NF) [M-PHYS-105539]

Verantwortung: Dr. Robert Eder
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
10	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111120	Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie: Quantenkritikalität (NF)	10 LP	Eder, Schmalian

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

TKM 1

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können Systeme der Kondensierten Materie mit Methoden der Quantenfeldtheorie analysieren, strukturieren und formal beschreiben.
- Die Studierenden können die Methoden der Quantenfeldtheorie im Bereich der Kondensierten Materie anwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage, Berechnungen durchzuführen, die Vielteilchensysteme in der Umgebung von Quantenphasenübergängen beschreiben.

Inhalt

Vorlesungen und Übungen vermitteln bzw. vertiefen die Konzepte der Beschreibung kondensierter Materie mit den Methoden der Quantenfeldtheorie, wobei dem Phänomen der Quantenkritikalität besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Einführung: geordnete Phasen, Symmetriebrechung
- Renormierungsgruppe in klassischen und quantenmechanischen Systemen
- Anwendungen zum Ising Modell im transversalen Feld, Quantenkritikalität in Graphen, wechselwirkende Bosonen im Grenzfall kleiner Dichten

Arbeitsaufwand

300 h bestehend aus Präsenzzeiten (75 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (225 h)

Empfehlungen

TKM2

Literatur

- Subir Sachdev, Quantum Phase Transitions, Cambridge University Press, 2000
- Eduardo Fradkin, Field Theories of Condensed Matter Systems, Frontiers in Physics Addison Wesley Publ.

M

3.152 Modul: Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen [M-PHYS-104092]**Verantwortung:** Prof. Dr. David Hunger**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile

T-PHYS-108478	Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen	8 LP	Hunger
---------------	---	------	--------

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104093 - Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104094 - Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erarbeiten Wissen auf dem Gebiet der Quanten- und Nanooptik, kennen grundlegende Konzepte zur Beschreibung von Lichtfeldern und Licht-Materie Wechselwirkung, und haben Einblick in den aktuellen Stand der Forschung. Die Übung ist als "Journal Club" konzipiert, in dem ausgewählte Forschungsarbeiten von den Studierenden vorgestellt werden. Dabei erlernen die Studierenden die Einarbeitung in aktuelle Forschungsthemen, die Interpretation von Forschungsergebnissen basierend auf den in der Vorlesung vorgestellten Konzepten, sowie die Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse.

Inhalt

- Grundlagen der Quantenoptik
- Mikro- und nanooptische Elemente
- Dipolemission in strukturierten Umgebungen
- Quantenemitter im Festkörper
- Optische Auslese und Manipulation einzelner Spins
- Spin-Photon Schnittstellen

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse in klassischem Elektromagnetismus und klassischer Optik, Quantenmechanik, Atomphysik; Kenntnisse in Quantenoptik sind von Vorteil aber nicht verpflichtend.

Literatur

- Principles of Nano-Optics, Novotny, Hecht, Cambridge University Press
- Quantum Optics, M. Scully, M. Suhail Zubairy, Cambridge University Press
- Fundamentals of Photonics, Saleh, Teich
- wissenschaftliche Artikel (werden verteilt)

M

3.153 Modul: Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen (NF) [M-PHYS-104093]

Verantwortung: Prof. Dr. David Hunger
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108479	Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen (NF)	8 LP	Hunger

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104092 - Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104094 - Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erarbeiten Wissen auf dem Gebiet der Quanten- und Nanooptik, kennen grundlegende Konzepte zur Beschreibung von Lichtfeldern und Licht-Materie Wechselwirkung, und haben Einblick in den aktuellen Stand der Forschung. Die Übung ist als "Journal Club" konzipiert, in dem ausgewählte Forschungsarbeiten von den Studierenden vorgestellt werden. Dabei erlernen die Studierenden die Einarbeitung in aktuelle Forschungsthemen, die Interpretation von Forschungsergebnissen basierend auf den in der Vorlesung vorgestellten Konzepten, sowie die Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse.

Inhalt

- Grundlagen der Quantenoptik
- Mikro- und nanooptische Elemente
- Dipolemission in strukturierten Umgebungen
- Quantenemitter im Festkörper
- Optische Auslese und Manipulation einzelner Spins
- Spin-Photon Schnittstellen

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse in klassischem Elektromagnetismus und klassischer Optik, Quantenmechanik, Atomphysik; Kenntnisse in Quantenoptik sind von Vorteil aber nicht verpflichtend.

Literatur

- Principles of Nano-Optics, Novotny, Hecht, Cambridge University Press
- Quantum Optics, M. Scully, M. Suhail Zubairy, Cambridge University Press
- Fundamentals of Photonics, Saleh, Teich
- wissenschaftliche Artikel (werden verteilt)

M

3.154 Modul: Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, ohne Übungen [M-PHYS-104094]**Verantwortung:** Prof. Dr. David Hunger**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108480	Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, ohne Übungen	6 LP	Hunger

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104092 - Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104093 - Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erarbeiten Wissen auf dem Gebiet der Quanten- und Nanooptik, lernen grundlegende Konzepte zur Beschreibung von Lichtfeldern und Licht-Materie Wechselwirkung kennen, und erlangen Einblick in den aktuellen Stand der Forschung.

Inhalt

- Grundlagen der Quantenoptik
- Mikro- und nanooptische Elemente
- Dipolemission in strukturierten Umgebungen
- Quantenemitter im Festkörper
- Optische Auslese und Manipulation einzelner Spins
- Spin-Photon Schnittstellen

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (135 Stunden).

Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse in klassischem Elektromagnetismus und klassischer Optik, Quantenmechanik, Atomphysik; Kenntnisse in Quantenoptik sind von Vorteil aber nicht verpflichtend.

Literatur

- Principles of Nano-Optics, Novotny, Hecht, Cambridge University Press
- Quantum Optics, M. Scully, M. Suhail Zubairy, Cambridge University Press
- Fundamentals of Photonics, Saleh, Teich
- wissenschaftliche Artikel (werden verteilt)

M

3.155 Modul: Quantum Detectors and Sensors [M-PHYS-106193]

Verantwortung:	Prof. Dr. Sebastian Kempf
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Astroteilchenphysik (Wahl Experimentelle Astroteilchenphysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-112582	Quantum Detectors and Sensors	8 LP	Kempf

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen quantentechnologischer Detektoren und Sensoren und verstehen, wie man mit Hilfe der Quantentechnologie Bauelemente konzipiert und realisiert, deren Leistungsfähigkeit weit jenseits der Grenzen klassischer Sensoren und Detektoren liegt. Sie kennen die grundlegenden Bauelemente quantentechnologischer Sensoren und Detektoren, insbesondere aus dem Bereich der Supraleiter-basierten Quantentechnologie, und sind in der Lage, die Funktionsweise von derartigen Detektoren und Sensoren zu analysieren. Die Studierenden können quantentechnologische Sensoren und Detektoren für spezielle Anwendungen entwickeln und wissen, wie man spezielle Anforderungen gegebener Anwendungen bei der Konzeption des Sensors bzw. Detektors berücksichtigt.

Inhalt

Dieses Modul vermittelt einen Überblick über die physikalischen Grundlagen quantentechnologischer Sensoren und Detektoren und erläutert, wie man mit Hilfe der Quantentechnologie Sensoren und Detektoren konzipieren und realisieren kann, deren Leistungsfähigkeit weit jenseits der Grenzen klassischer Sensoren und Detektoren liegt. Es wird eine Einführung in die grundlegenden Bauelemente quantentechnologischer Sensoren und Detektoren, insbesondere aus dem Bereich der Supraleiter-basierten Quantentechnologie, und deren Herstellung gegeben. Hierzu zählen unter anderem: Supraleitende Quanteninterferenzdetektoren, Rauschthermometer, kryogene Mikrokalorimeter und Mikrobolometer (Phasenübergangsthermometer, magnetische Kalorimeter, Eindringtieftthermometer, Thermistoren), homodyne und heterodyne supraleitende Empfänger.

Für jeden Sensortyp wird zunächst die zugrunde liegende Physik diskutiert, bevor anhand von Schaltskizzen die praktische Umsetzung der jeweiligen Sensoren und Detektoren analysiert und Methoden bzw. einfache Modelle entwickelt, mit denen man derartige Sensoren und Detektoren für gegebene Anwendungen realisieren kann. In diesem Zusammenhang werden insbesondere auch typische Anwendungsgebiete von auf Quantentechnologie basierenden Detektoren und Sensoren diskutiert.

Das Tutorium ist eng mit der Vorlesung verbunden und beschäftigt sich mit speziellen Aspekten bezüglich der Entwicklung quantentechnologischer Detektoren und Sensoren. So wird die Entwicklung und Systemintegration derartigen Bauelemente für Anwendungen in der Präzisionsmesstechnik, der Teilchendetektion oder angewandten Wissenschaften anhand von Übungsaufgaben diskutiert.

Anmerkungen

Die Vorlesung und Übung werden in englischer Sprache angeboten. Fragen und Diskussionen können selbstverständlich aber auch in deutscher Sprache gestellt werden.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeiten der Übungen (180)

Literatur

Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

M

3.156 Modul: Quantum Detectors and Sensors (NF) [M-PHYS-106194]

Verantwortung: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Einrichtung: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
 KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-112583	Quantum Detectors and Sensors (NF)	8 LP	Kempf

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme an der schriftlichen Klausur und Erreichen von mindestens 50% der Gesamtpunkte erbracht.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen quantentechnologischer Detektoren und Sensoren und verstehen, wie man mit Hilfe der Quantentechnologie Bauelemente konzipiert und realisiert, deren Leistungsfähigkeit weit jenseits der Grenzen klassischer Sensoren und Detektoren liegt. Sie kennen die grundlegenden Bauelemente quantentechnologischer Sensoren und Detektoren, insbesondere aus dem Bereich der Supraleiter-basierten Quantentechnologie, und sind in der Lage, die Funktionsweise von derartigen Detektoren und Sensoren zu analysieren. Die Studierenden können quantentechnologische Sensoren und Detektoren für spezielle Anwendungen entwickeln und wissen, wie man spezielle Anforderungen gegebener Anwendungen bei der Konzeption des Sensors bzw. Detektors berücksichtigt.

Inhalt

Dieses Modul vermittelt einen Überblick über die physikalischen Grundlagen quantentechnologischer Sensoren und Detektoren und erläutert, wie man mit Hilfe der Quantentechnologie Sensoren und Detektoren konzipieren und realisieren kann, deren Leistungsfähigkeit weit jenseits der Grenzen klassischer Sensoren und Detektoren liegt. Es wird eine Einführung in die grundlegenden Bauelemente quantentechnologischer Sensoren und Detektoren, insbesondere aus dem Bereich der Supraleiter-basierten Quantentechnologie, und deren Herstellung gegeben. Hierzu zählen unter anderem: Supraleitende Quanteninterferenzdetektoren, Rauschthermometer, kryogene Mikrokalorimeter und Mikrobolometer (Phasenübergangsthermometer, magnetische Kalorimeter, Eindringtieftthermometer, Thermistoren), homodyne und heterodyne supraleitende Empfänger.

Für jeden Sensortyp wird zunächst die zugrunde liegende Physik diskutiert, bevor anhand von Schaltskizzen die praktische Umsetzung der jeweiligen Sensoren und Detektoren analysiert und Methoden bzw. einfache Modelle entwickelt, mit denen man derartige Sensoren und Detektoren für gegebene Anwendungen realisieren kann. In diesem Zusammenhang werden insbesondere auch typische Anwendungsgebiete von auf Quantentechnologie basierenden Detektoren und Sensoren diskutiert.

Das Tutorium ist eng mit der Vorlesung verbunden und beschäftigt sich mit speziellen Aspekten bezüglich der Entwicklung quantentechnologischer Detektoren und Sensoren. So wird die Entwicklung und Systemintegration derartigen Bauelemente für Anwendungen in der Präzessionsmesstechnik, der Teilchendetektion oder angewandten Wissenschaften anhand von Übungsaufgaben diskutiert.

Anmerkungen

Die Vorlesung und Übung werden in englischer Sprache angeboten. Fragen und Diskussionen können selbstverständlich aber auch in deutscher Sprache gestellt werden.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen inkl. Klausurvorbereitung (180 Stunden).

Literatur

Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

M

3.157 Modul: Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, mit Übungen [M-PHYS-105386]

Verantwortung:	Dr. Boris Narozhnyy Prof. Dr. Alexander Shnirman
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Wahl Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte 8	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110874	Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, mit Übungen	8 LP	Narozhnyy, Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

The students understand the basic concepts of dissipation in quantum systems. The students understand the working principles of modern quantum devices. The students master theoretical techniques, such as master equation, Langevin equation, path integral, effective action. The students are able to solve simple problems related to dissipative quantum dynamics.

Inhalt

- 1) Dissipative processes in quantum systems and devices: Spin relaxation in NMR (Bloch equations), quantum dots, Coulomb blockade, Josephson devices, magnetic dynamics.
- 2) Theoretical models: Golden rule, master equation (Bloch-Redfield equation), path integral in imaginary (Matsubara) and real (Keldysh) time.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

M

3.158 Modul: Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, mit Übungen (NF) [M-PHYS-105388]

Verantwortung: Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Alexander Shnirman

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110876	Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, mit Übungen (NF)	8 LP	Narozhnyy, Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

The students understand the basic concepts of dissipation in quantum systems. The students understand the working principles of modern quantum devices. The students master theoretical techniques, such as master equation, Langevin equation, path integral, effective action. The students are able to solve simple problems related to dissipative quantum dynamics.

Inhalt

- 1) Dissipative processes in quantum systems and devices: Spin relaxation in NMR (Bloch equations), quantum dots, Coulomb blockade, Josephson devices, magnetic dynamics.
- 2) Theoretical models: Golden rule, master equation (Bloch-Redfield equation), path integral in imaginary (Matsubara) and real (Keldysh) time.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

M**3.159 Modul: Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, ohne Übungen [M-PHYS-105387]****Verantwortung:** Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Alexander Shnirman**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Wahl Theorie der Kondensierten Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110875	Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, ohne Übungen	6 LP	Narozhnyy, Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

The students understand the basic concepts of dissipation in quantum systems. The students understand the working principles of modern quantum devices. The students master theoretical techniques, such as master equation, Langevin equation, path integral, effective action.

Inhalt

- 1) Dissipative processes in quantum systems and devices: Spin relaxation in NMR (Bloch equations), quantum dots, Coulomb blockade, Josephson devices, magnetic dynamics.
- 2) Theoretical models: Golden rule, master equation (Bloch-Redfield equation), path integral in imaginary (Matsubara) and real (Keldysh) time.

Arbeitsaufwand

180 h bestehend aus Präsenzzeiten (45 h) und Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (135 h)

M

3.160 Modul: Reflexionsseismisches Processing [M-PHYS-102364]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104735	Reflexionsseismisches Processing	8 LP	Bohlen

Erfolgskontrolle(n)

To pass the module, the oral exam (approx. 45 minutes) must be passed. As prerequisite a student must successfully participate the corresponding exercise classes. Successful participation is based on exceeding a certain percentage of the combined total number of points awarded, as applicable, for exercise sheets, other homework (such as, for instance, reports) and written tests held as part of the exercises. The percentage threshold is communicated to students at the beginning of the course and documented in Ilias.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102654 - Reflexionsseismisches Processing \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students know the fundamental concepts of seismic acquisition, processing and imaging in reflection seismics. They can correctly name equipment, tools and processes and effectively communicate with specialists in the field of seismics. Students understand the various steps involved in seismic processing/imaging, their underlying theory and how they affect the data. They are able to apply the concepts and equations to simple exemplary seismic data.

Inhalt

- Overview of seismic methods and wave propagation basics
- Essential signal processing concepts and tools
- Seismic acquisition, sources and receivers, marine and land
- Geometries and traveltimes, NMO and DMO
- Processing steps: from data loading to denoise and demultiple
- Velocity analysis, NMO correction, stacking, SNR
- Imaging: basic concepts, time and depth migration, migration methods
- Seismic resolution
- Optional: advanced acquisition, processing and imaging technologies

Arbeitsaufwand

240 hours composed of attendance time (60 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (180 h)

Empfehlungen

Experience with Matlab, the Linux commandline, and shell scripts is beneficial. Knowledge of fundamental signal processing theory is essential.

Literatur

- Öz Yilmaz, "Seismic Data Analysis", 2001, Society of Exploration Geophysicists.
- Luc Ikelle and Lasse Amundsen, "Introduction to Petroleum Seismology", 2005, Society of Exploration Geophysicists.
- Jon Claerbout, "Fundamentals of geophysical data processing", 1976, McGraw-Hill.
- Etienne Robein, "Seismic Imaging: A Review of the Techniques, their Principles, Merits and Limitations", 2010, European Association of Geoscientists and Engineers.

M

3.161 Modul: Reflexionsseismisches Processing (NF) [M-PHYS-102654]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105568	Reflexionsseismisches Processing (NF)	8 LP	Bohlen

Erfolgskontrolle(n)

To pass the module, a student must successfully participate the corresponding exercise classes. Successful participation is based on exceeding a certain percentage of the combined total number of points awarded, as applicable, for exercise sheets, other homework (such as, for instance, reports) and written tests held as part of the exercises. The percentage threshold is communicated to students at the beginning of the course and documented in Ilias.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102364 - Reflexionsseismisches Processing](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students know the fundamental concepts of seismic acquisition, processing and imaging in reflection seismics. They can correctly name equipment, tools and processes and effectively communicate with specialists in the field of seismics. Students understand the various steps involved in seismic processing/imaging, their underlying theory and how they affect the data. They are able to apply the concepts and equations to simple exemplary seismic data.

Inhalt

- Overview of seismic methods and wave propagation basics
- Essential signal processing concepts and tools
- Seismic acquisition, sources and receivers, marine and land
- Geometries and traveltimes, NMO and DMO
- Processing steps: from data loading to denoise and demultiple
- Velocity analysis, NMO correction, stacking, SNR
- Imaging: basic concepts, time and depth migration, migration methods
- Seismic resolution
- Optional: advanced acquisition, processing and imaging technologies

Arbeitsaufwand

240 hours composed of attendance time (60 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (180 h)

Empfehlungen

Experience with Matlab, the Linux commandline, and shell scripts is beneficial. Knowledge of fundamental signal processing theory is essential.

Literatur

- Öz Yilmaz, "Seismic Data Analysis", 2001, Society of Exploration Geophysicists.
- Luc Ikelle and Lasse Amundsen, "Introduction to Petroleum Seismology", 2005, Society of Exploration Geophysicists.
- Jon Claerbout, "Fundamentals of geophysical data processing", 1976, McGraw-Hill.
- Etienne Robein, "Seismic Imaging: A Review of the Techniques, their Principles, Merits and Limitations", 2010, European Association of Geoscientists and Engineers.

M

3.162 Modul: Seismic Data Processing with Final Report (graded) [M-PHYS-104186]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Dr. Thomas Hertweck

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte
6

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108656	Seismic Data Processing, Final Report (graded)	4 LP	Bohlen, Hertweck
T-PHYS-108686	Seismic Data Processing, Coursework	2 LP	Bohlen, Hertweck

Erfolgskontrolle(n)

Students have to participate the lecture/exercise on a regular basis and give a final presentation about their processing results (2 ECTS points). Students who would like to get the full 6 ECTS points also need to prepare and hand in a seismic data processing report. The report will determine the final grade (if applicable).

Voraussetzungen

None

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104188 - Seismic Data Processing with final report \(ungraded\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students have hands-on experience applying typical seismic processing and imaging techniques to reflection seismic field data. In this way, they understand the reflection seismic method and have practical skills in data analysis and problem solving which are beneficial in their professional life later on, not only in exploration. Students can set up a basic processing and imaging flow, understand the individual processing steps and their purpose, and describe the influence of important parameters on processing results. They are able to identify data shortcomings and imaging challenges and develop basic solutions, analyze the success of individual processing/imaging steps, and critically assess the overall quality of their work. Finally, students are able to present their processing results in oral and written form.

Inhalt

- Field data loading, quality control, trace edits and geometry setup
- Spectral analysis, filter application, geometrical spreading correction
- Deconvolution, zero-phasing
- Denoising using various approaches
- Multiple identification and removal (SRME, Radon)
- CMP sort, velocity analysis, NMO correction, mute and stack
- Time migration (prestack and poststack)
- Post-migration processing
- Basic interpretation (in cooperation with KIT-AGW)
- Optional: depth velocity model building and depth migration

Zusammensetzung der Modulnote

The report will determine the final grade.

Anmerkungen

A commercial data processing software is used during this course.

Arbeitsaufwand

180 h hours composed of contact time (45 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (135 h)

Empfehlungen

No explicit requirements. However, basic knowledge of the reflection seismic method and general computer skills are essential. This course does not require any programming skills.

Lehr- und Lernformen

4060321 Th.Bohlen, Th. Hertweck (V1)

4060322 Th.Bohlen, Th. Hertweck (Ü2)

Literatur

- Öz Yilmaz, "Seismic Data Analysis", 2001, Society of Exploration Geophysicists.
- Luc Ikelle and Lasse Amundsen, "Introduction to Petroleum Seismology", 2005, Society of Exploration Geophysicists.
- Robert Sheriff and Lloyd Geldart, "Exploration Seismology", 1995, Cambridge University Press.

M

3.163 Modul: Seismic Data Processing with final report (ungraded) [M-PHYS-104188]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Dr. Thomas Hertweck

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108657	Seismic Data Processing, final report (ungraded)	4 LP	Bohlen, Hertweck
T-PHYS-108686	Seismic Data Processing, Coursework	2 LP	Bohlen, Hertweck

Erfolgskontrolle(n)

Students have to participate the lecture/exercise on a regular basis and give a final presentation about their processing results (2 ECTS points). Students who would like to get the full 6 ECTS points also need to prepare and hand in a seismic data processing report. The report will determine the final grade (if applicable).

Voraussetzungen

None

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104186 - Seismic Data Processing with Final Report \(graded\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students have hands-on experience applying typical seismic processing and imaging techniques to reflection seismic field data. In this way, they understand the reflection seismic method and have practical skills in data analysis and problem solving which are beneficial in their professional life later on, not only in exploration. Students can set up a basic processing and imaging flow, understand the individual processing steps and their purpose, and describe the influence of important parameters on processing results. They are able to identify data shortcomings and imaging challenges and develop basic solutions, analyze the success of individual processing/imaging steps, and critically assess the overall quality of their work. Finally, students are able to present their processing results in oral and written form.

Inhalt

- Field data loading, quality control, trace edits and geometry setup
- Spectral analysis, filter application, geometrical spreading correction
- Deconvolution, zero-phasing
- Denoising using various approaches
- Multiple identification and removal (SRME, Radon)
- CMP sort, velocity analysis, NMO correction, mute and stack
- Time migration (prestack and poststack)
- Post-migration processing
- Basic interpretation (in cooperation with KIT-AGW)
- Optional: depth velocity model building and depth migration

Zusammensetzung der Modulnote

The coursework is not graded.

Anmerkungen

A commercial data processing software is used during this course.

Arbeitsaufwand

180 h hours composed of contact time (45 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (135 h)

Empfehlungen

No explicit requirements. However, basic knowledge of the reflection seismic method and general computer skills are essential. This course does not require any programming skills.

Lehr- und Lernformen

4060321 Th.Bohlen, Th. Hertweck (V1)

4060322 Th.Bohlen, Th. Hertweck (Ü2)

Literatur

- Öz Yilmaz, "Seismic Data Analysis", 2001, Society of Exploration Geophysicists.
- Luc Ikelle and Lasse Amundsen, "Introduction to Petroleum Seismology", 2005, Society of Exploration Geophysicists.
- Robert Sheriff and Lloyd Geldart, "Exploration Seismology", 1995, Cambridge University Press.

M**3.164 Modul: Seismology [M-PHYS-105225]**

Verantwortung: Prof. Dr. Andreas Rietbrock
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110603	Seismology	8 LP	Rietbrock

Erfolgskontrolle(n)

To pass the module, the oral exam (approx. 45 minutes) must be passed. As prerequisites the examinations of other type must be passed, based on successful participation of the exercises. Successful participation is based on exceeding a certain percentage of the combined total number of points awarded, as applicable, for exercise sheets, other homework (such as, for instance, reports) and presentations based on research papers held as part of the exercises. The percentage threshold is communicated to students at the beginning of the course and documented in Ilias.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105226 - Seismology \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students understand the fundamental concepts of seismology and the earthquake rupture process. They have a knowledge of seismogram interpretation, fundamentals of seismic wave propagation and the representations of the earthquake source. Students are able to apply their knowledge to observed data to gain an insight into the Earth structure and the earthquake source.

Inhalt

- History of seismology
- Elasticity and seismic waves
- Body waves and surface waves
- Seismogram interpretation
- Earthquake location
- Determination of Earth structure
- Seismic sources
- Seismic moment tensor
- Earthquake kinematics and dynamics
- Seismotectonics

Zusammensetzung der Modulnote

The grade of the module results from grade of the oral exam.

Arbeitsaufwand

240 hours composed of attendance time (60 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (180 h)

Empfehlungen

A sound knowledge of the fundamentals in Geophysics. Basic skills in programming and Python to solve exercises.

Lehr- und Lernformen

V2 Ü2, 4 SWS, 8 ECTS

Literatur

- Peter M. Shearer, "Introduction to Seismology", Cambridge University Press.
- Thorne Lay and Terry C. Wallace, "Modern Global Seismology", Academic Press.
- Seth Stein and Michael Wysession, "An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure", Blackwell Publishing.

M

3.165 Modul: Seismology (NF) [M-PHYS-105226]

Verantwortung: Prof. Dr. Andreas Rietbrock
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110604	Seismology (NF)	8 LP	Rietbrock

Erfolgskontrolle(n)

To pass the module, the examinations of other type must be passed, based on successful participation of the exercises. Successful participation is based on exceeding a certain percentage of the combined total number of points awarded, as applicable, for exercise sheets, other homework (such as, for instance, reports) and presentations based on research papers held as part of the exercises. The percentage threshold is communicated to students at the beginning of the course and documented in Ilias.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105225 - Seismology](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students understand the fundamental concepts of seismology and the earthquake rupture process. They have a knowledge of seismogram interpretation, fundamentals of seismic wave propagation and the representations of the earthquake source. Students are able to apply their knowledge to observed data to gain an insight into the Earth structure and the earthquake source.

Inhalt

- History of seismology
- Elasticity and seismic waves
- Body waves and surface waves
- Seismogram interpretation
- Earthquake location
- Determination of Earth structure
- Seismic sources
- Seismic moment tensor
- Earthquake kinematics and dynamics
- Seismotectonics

Zusammensetzung der Modulnote

The grade of the module results from grade of the oral exam.

Arbeitsaufwand

240 hours composed of attendance time (60 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (180 h)

Empfehlungen

A sound knowledge of the fundamentals in Geophysics. Basic skills in programming and Python to solve exercises.

Lehr- und Lernformen

V2 Ü2, 4 SWS, 8 ECTS

Literatur

- Peter M. Shearer, "Introduction to Seismology", Cambridge University Press.
- Thorne Lay and Terry C. Wallace, "Modern Global Seismology", Academic Press.
- Seth Stein and Michael Wysession, "An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure", Blackwell Publishing.

M

3.166 Modul: Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded) [M-PHYS-104578]

Verantwortung: Prof. Dr. Corinna Hoose
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Meteorologie](#)

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Semester

Dauer
2 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
3

Elective Subjects (Wahl: mind. 8 LP)			
T-PHYS-111410	Seminar on IPCC Assessment Report	2 LP	Ginete Werner Pinto
T-PHYS-111411	Tropical Meteorology	4 LP	Knippertz
T-PHYS-111412	Climate Modeling & Dynamics with ICON	4 LP	Ginete Werner Pinto
T-PHYS-111413	Middle Atmosphere in the Climate System	2 LP	Höpfner, Sinnhuber
T-PHYS-111414	Ocean-Atmosphere Interactions	2 LP	Fink
T-PHYS-111416	Cloud Physics	4 LP	Hoose
T-PHYS-111417	Energetics	2 LP	Fink
T-PHYS-111418	Atmospheric Aerosols	4 LP	Möhler
T-PHYS-111419	Atmospheric Radiation	2 LP	Höpfner
T-PHYS-111423	Integrated Atmospheric Measurements	2 LP	Schmitt
T-PHYS-111424	Remote Sensing of Atmosphere and Ocean	4 LP	Sinnhuber
T-PHYS-111426	Methods of Data Analysis	4 LP	Ginete Werner Pinto, Knippertz
T-PHYS-111427	Turbulent Diffusion	4 LP	Hoose, Hoshyaripour
T-PHYS-111428	Energy Meteorology	2 LP	Emeis, Ginete Werner Pinto
T-PHYS-111429	Advanced Numerical Weather Prediction	4 LP	Knippertz
T-PHYS-109177	Physics of Planetary Atmospheres	6 LP	Leisner

Erfolgskontrolle(n)

Coursework can be computer and modelling classes, exercise sheets or preparation of a presentation.

Credits will be awarded after passing all courseworks/exercises.

Voraussetzungen

Keine

Qualifikationsziele

Depending on their choice students can

- explain essential aspects of application aspects of meteorology and assign them to specific application areas. They are capable to describe the functionality of a modern weather forecasting system in detail and can predict the potential for extreme events and their impact on the population and the insurance industry depending on the region and the season. The students are capable of using weather information to derive levels of air pollution and of yields of renewable energy. They can analyse meteorological data using statistical and computer-based methods.
- explain the functionality of modern meteorological measuring methods and measuring principles and name their possible uses. This is especially true for remote sensing, advanced in-situ, trace gas and aerosol measurements. The students can build and execute experiments in the lab or in the field according to instructions, to record and scientifically evaluate data and then interpret and present the results.
- explain essential components of the climate system and their physical properties as well as causes of climate change. Students can know systems for climate monitoring and understand how climate models work. The students can designate essential processes in the atmosphere and ocean, and explain them using physical and chemical laws. They can analyze and interpret climate and weather data based on diagnostic methods. In addition, they can expertly present and discuss learned or self-developed scientific findings.
- name essential processes in the atmosphere and explain these using physical and chemical laws. In particular, students are capable of explaining the structure and dynamics of different cloud systems and of estimating the microphysical processes in clouds or calculating them directly for idealized conditions. In addition, the students are capable of mathematically evaluating the radiation transport in the atmosphere and of describing the importance of radiation processes for the structure of the atmosphere, for climate change and for the measurement of different atmospheric variables. They can also explain the chemical structure and the composition of the aerosols in the troposphere and the stratosphere based on atmospheric physico-chemical processes and transformations. The students can explain the chemical and physical causes of the stratospheric ozone hole and its future development, can describe and classify the main aerosol-cloud processes and are capable of reproducing the main points of the *Köhler theory* and the classical nucleation theory.

Inhalt

This module aims to give students of other master programs an insight into various areas of meteorology:

- **Applications of meteorology** such as weather forecasting (T-PHYS-109139) and warning (T-PHYS-109140), insurance and energy industry (T-PHYS-109141), data analysis (T-PHYS-109142) and air quality (T-PHYS-108610).
- **Experimental modern measurement methods** in meteorology such as satellite remote sensing (T-PHYS-109133) and integrated atmospheric measurements including radar and laser techniques (T-PHYS-109902).
- **Components of the climate system** such as the tropics (T-PHYS-107693), the ocean (T-PHYS-108932) and the middle atmosphere (T-PHYS-8931) and their physical and chemical backgrounds as well as modelling their temporal and spatial changes with ICON (T-PHYS-108928) and analysing general climate dynamics and changes (T-PHYS-107692).
- Physical and chemical **processes in the atmosphere** such as cloud physics (T-PHYS-107694), radiation (T-PHYS-107696), aerosols (T-PHYS-8938) and **atmospheric energetics** (T-PHYS-107695).
- Formation and properties of **planets and their atmospheres** in our solar system applying fundamental principles of physics.

Arbeitsaufwand

240 hours composed of active time (45h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (195h)

Empfehlungen

Basic knowledge in Physics, Physical Chemistry and Fluid Dynamics at BSc level

M

3.167 Modul: Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded) [M-PHYS-104577]**Verantwortung:** Prof. Dr. Corinna Hoose**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Ergänzungsfach / Meteorologie](#)**Leistungspunkte**
14**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Jedes Semester**Dauer**
2 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
3

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109380	Exam on Selected Topics in Meteorology (Second Major)	4 LP	Hoose
Elective Subjects (Wahl: mindestens 3 Bestandteile sowie mind. 10 LP)			
T-PHYS-111410	Seminar on IPCC Assessment Report	2 LP	Ginete Werner Pinto
T-PHYS-111411	Tropical Meteorology	4 LP	Knippertz
T-PHYS-111412	Climate Modeling & Dynamics with ICON	4 LP	Ginete Werner Pinto
T-PHYS-111413	Middle Atmosphere in the Climate System	2 LP	Höpfner, Sinnhuber
T-PHYS-111414	Ocean-Atmosphere Interactions	2 LP	Fink
T-PHYS-111416	Cloud Physics	4 LP	Hoose
T-PHYS-111417	Energetics	2 LP	Fink
T-PHYS-111418	Atmospheric Aerosols	4 LP	Möhler
T-PHYS-111419	Atmospheric Radiation	2 LP	Höpfner
T-PHYS-111423	Integrated Atmospheric Measurements	2 LP	Schmitt
T-PHYS-111424	Remote Sensing of Atmosphere and Ocean	4 LP	Sinnhuber
T-PHYS-111426	Methods of Data Analysis	4 LP	Ginete Werner Pinto, Knippertz
T-PHYS-111427	Turbulent Diffusion	4 LP	Hoose, Hoshyaripour
T-PHYS-111428	Energy Meteorology	2 LP	Emeis, Ginete Werner Pinto
T-PHYS-111429	Advanced Numerical Weather Prediction	4 LP	Knippertz
T-PHYS-109177	Physics of Planetary Atmospheres	6 LP	Leisner

Erfolgskontrolle(n)

Coursework can be computer and modelling classes, exercise sheets or preparation of a presentation.

→ successful completion of the prerequisites entitles to exam

(T-PHYS-109380) Exam on Selected Topics in Meteorology (Second Major):

Oral exam (approx. 60 minutes) in accordance with § 4 (2) No. 2 SPO Physik Master

Voraussetzungen

Keine

Qualifikationsziele

Depending on their choice students can

- explain essential aspects of application aspects of meteorology and assign them to specific application areas. They are capable to describe the functionality of a modern weather forecasting system in detail and can predict the potential for extreme events and their impact on the population and the insurance industry depending on the region and the season. The students are capable of using weather information to derive levels of air pollution and of yields of renewable energy. They can analyse meteorological data using statistical and computer-based methods.
- explain the functionality of modern meteorological measuring methods and measuring principles and name their possible uses. This is especially true for remote sensing, advanced in-situ, trace gas and aerosol measurements. The students can build and execute experiments in the lab or in the field according to instructions, to record and scientifically evaluate data and then interpret and present the results.
- explain essential components of the climate system and their physical properties as well as causes of climate change. Students can know systems for climate monitoring and understand how climate models work. The students can designate essential processes in the atmosphere and ocean, and explain them using physical and chemical laws. They can analyze and interpret climate and weather data based on diagnostic methods. In addition, they can expertly present and discuss learned or self-developed scientific findings.
- name essential processes in the atmosphere and explain these using physical and chemical laws. In particular, students are capable of explaining the structure and dynamics of different cloud systems and of estimating the microphysical processes in clouds or calculating them directly for idealized conditions. In addition, the students are capable of mathematically evaluating the radiation transport in the atmosphere and of describing the importance of radiation processes for the structure of the atmosphere, for climate change and for the measurement of different atmospheric variables. They can also explain the chemical structure and the composition of the aerosols in the troposphere and the stratosphere based on atmospheric physico-chemical processes and transformations. The students can explain the chemical and physical causes of the stratospheric ozone hole and its future development, can describe and classify the main aerosol-cloud processes and are capable of reproducing the main points of the *Köhler theory* and the classical nucleation theory.

Inhalt

This module aims to give students of other master programs an insight into various areas of meteorology:

- **Applications of meteorology** such as weather forecasting (T-PHYS-109139) and warning (T-PHYS-109140), insurance and energy industry (T-PHYS-109141), data analysis (T-PHYS-109142) and air quality (T-PHYS-108610).
- **Experimental modern measurement methods** in meteorology such as satellite remote sensing (T-PHYS-109133) and integrated atmospheric measurements including radar and laser techniques (T-PHYS-109902).
- **Components of the climate system** such as the tropics (T-PHYS-107693), the ocean (T-PHYS-108932) and the middle atmosphere (T-PHYS-8931) and their physical and chemical backgrounds as well as modelling their temporal and spatial changes with ICON (T-PHYS-108928) and analysing general climate dynamics and changes (T-PHYS-107692).
- Physical and chemical **processes in the atmosphere** such as cloud physics (T-PHYS-107694), radiation (T-PHYS-107696), aerosols (T-PHYS-8938) and atmospheric energetics (T-PHYS-107695).
- Formation and properties of **planets and their atmospheres** in our solar system applying fundamental principles of physics.

Zusammensetzung der Modulnote

Grade of the Oral Exam.

Arbeitsaufwand

420 hours composed of

- active time (79 h),
- wrap-up of the lectures incl. preparation of the oral exam (170 h) and
- solving the exercises (171 h)

Empfehlungen

Basic knowledge in Physics, Physical Chemistry and Fluid Dynamics at BSc level

M

3.168 Modul: Solid State Quantum Computing [M-PHYS-105537]**Verantwortung:** Prof. Dr. Alexey Ustinov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Jedes Wintersemester**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111118	Solid State Quantum Computing	4 LP	Ustinov

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

Quantum mechanics 1, Solid state physics (Modern Physics II)

Qualifikationsziele

The students will become familiar with the physical foundations of solid-state quantum computing technologies. They will learn about types of quantum circuits based on qubits and resonators, their control, manipulation and measurement techniques. This course is intended to be an introduction into the new interdisciplinary field called quantum engineering.

Inhalt

This course has the primary focus on experimental physics and covers the physical foundations of solid-state quantum computing technologies. Solid state quantum computing is a rapidly developing interdisciplinary field involving ideas from quantum mechanics, condensed matter physics, quantum optics, and quantum information processing. In the past few years, quantum computers turned from a dream into reality and offer fascinating opportunities for the future. While classical computers encode the information in bits, quantum computers are built using quantum bits, or qubits. The lecture course will review various types of qubits - quantum hardware that can be or is already used to build quantum computers based on solid-state technologies. We will start from a brief introduction in superconductivity to discuss then the most advanced modern technology based on superconducting quantum circuits. Such circuits with multiple qubits are currently being used in existing quantum computers implemented by Google, IBM, and other IT-companies. Besides superconductors, we will also talk about emerging solid-state quantum platforms such as semiconductor quantum dots, vacancy centers in diamond, solid-state impurity spins and other quantum two-level systems. These emerging versatile approaches are also capable of building primitive single- or two-qubit level circuits. Finally, we will briefly discuss interesting theoretical proposals of condensed matter systems leading to yet unexplored types of qubits, using e.g. electrons on the surface of superfluid helium, impurity spins in fullerenes, and Majorana type qubits.

Arbeitsaufwand

120 h bestehend aus Präsenzzeiten (30 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (90 h)

Literatur

- A. M. Zagoskin, Quantum Engineering, 2011
- Quantum Computing: Progress and Prospects, 2019
- P. Krantz, et al. A quantum engineer's guide to superconducting qubits, 2019

M

3.169 Modul: Solid State Quantum Computing, mit Übungen [M-PHYS-105871]**Verantwortung:** Prof. Dr. Alexey Ustinov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)

Leistungspunkte 8	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Jedes Wintersemester	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111804	Solid State Quantum Computing, mit Übungen	8 LP	Ustinov

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

Quantum mechanics 1, Solid state physics (Modern Physics II)

Qualifikationsziele

The students become familiar with the physical foundations of solid-state quantum computing technologies. They learn about types of quantum circuits based on qubits and resonators, their control, manipulation and measurement techniques. Active participation in the exercise class provides the ability to understand and mathematically analyze basic experiments in quantum information processing. This course is intended to be an introduction into the new interdisciplinary field called quantum engineering.

Inhalt

This course has the primary focus on experimental physics and covers the physical foundations of solid-state quantum computing technologies. Solid state quantum computing is a rapidly developing interdisciplinary field involving ideas from quantum mechanics, condensed matter physics, quantum optics, and quantum information processing. In the past few years, quantum computers turned from a dream into reality and offer fascinating opportunities for the future. While classical computers encode the information in bits, quantum computers are built using quantum bits, or qubits. The lecture course will review various types of qubits - quantum hardware that can be or is already used to build quantum computers based on solid-state technologies. We will start from a brief introduction in superconductivity to discuss then the most advanced modern technology based on superconducting quantum circuits. Such circuits with multiple qubits are currently being used in existing quantum computers implemented by Google, IBM, and other IT-companies. Besides superconductors, we will also talk about emerging solid-state quantum platforms such as semiconductor quantum dots, vacancy centers in diamond, solid-state impurity spins and other quantum two-level systems. These emerging versatile approaches are also capable of building primitive single- or two-qubit level circuits. Finally, we will briefly discuss interesting theoretical proposals of condensed matter systems leading to yet unexplored types of qubits, using e.g. electrons on the surface of superfluid helium, impurity spins in fullerenes, and Majorana type qubits. The accompanying exercise class will deepen the understanding of the lecture topics and provides a forum to discuss open questions.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung, Bearbeitung der Übungen und Vorbereitung der Prüfung (180 h)

Literatur

- A. M. Zagoskin, Quantum Engineering, 2011
- Quantum Computing: Progress and Prospects, 2019
- P. Kranz, et al. A quantum engineer's guide to superconducting qubits, 2019

M

3.170 Modul: Solid State Quantum Computing, mit Übungen (NF) [M-PHYS-105872]

Verantwortung: Prof. Dr. Alexey Ustinov
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111805	Solid State Quantum Computing, mit Übungen (NF)	8 LP	Ustinov

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

Quantum mechanics 1, Solid state physics (Modern Physics II)

Qualifikationsziele

The students become familiar with the physical foundations of solid-state quantum computing technologies. They learn about types of quantum circuits based on qubits and resonators, their control, manipulation and measurement techniques. Active participation in the exercise class provides the ability to understand and mathematically analyze basic experiments in quantum information processing. This course is intended to be an introduction into the new interdisciplinary field called quantum engineering.

Inhalt

This course has the primary focus on experimental physics and covers the physical foundations of solid-state quantum computing technologies. Solid state quantum computing is a rapidly developing interdisciplinary field involving ideas from quantum mechanics, condensed matter physics, quantum optics, and quantum information processing. In the past few years, quantum computers turned from a dream into reality and offer fascinating opportunities for the future. While classical computers encode the information in bits, quantum computers are built using quantum bits, or qubits. The lecture course will review various types of qubits - quantum hardware that can be or is already used to build quantum computers based on solid-state technologies. We will start from a brief introduction in superconductivity to discuss then the most advanced modern technology based on superconducting quantum circuits. Such circuits with multiple qubits are currently being used in existing quantum computers implemented by Google, IBM, and other IT-companies. Besides superconductors, we will also talk about emerging solid-state quantum platforms such as semiconductor quantum dots, vacancy centers in diamond, solid-state impurity spins and other quantum two-level systems. These emerging versatile approaches are also capable of building primitive single- or two-qubit level circuits. Finally, we will briefly discuss interesting theoretical proposals of condensed matter systems leading to yet unexplored types of qubits, using e.g. electrons on the surface of superfluid helium, impurity spins in fullerenes, and Majorana type qubits. The accompanying exercise class will deepen the understanding of the lecture topics and provides a forum to discuss open questions.

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h) und Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Literatur

- A. M. Zagoskin, Quantum Engineering, 2011
- Quantum Computing: Progress and Prospects, 2019
- P. Krantz, et al. A quantum engineer's guide to superconducting qubits, 2019

M

3.171 Modul: Solid State Quantum Technologies [M-PHYS-104857]**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)

Leistungspunkte
8**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1**Pflichtbestandteile**

T-PHYS-109889	Solid State Quantum Technologies	8 LP	Wernsdorfer
---------------	--	------	-------------

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104858 - Solid State Quantum Technologies \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The development and comprehensive use of Quantum Technology is one of the most ambitious technological goals of today's science, with expected dramatic impact on the whole society and economy. The field of quantum information processing using solid state quantum bits (qubits) has witnessed an exponential growth during the last years. The current performances suggest that within a horizon of a few years, solid state quantum machines could outperform even the best classical machines for a few types of particularly hard tasks. During this class, the students will acquire a basic understanding of the principles of quantum information processing and the functioning of computers based on qubits, with an emphasis on experimental implementations using superconducting circuits and cavities and spin based solid state qubits. The supporting problems will cover in detail a broad set of calculations, from derivations of basic results, to solving practical problems one could encounter in a research laboratory.

Inhalt

After a general introduction to the concepts of quantum information processing, we will present an overview of different experimental implementations. We will then focus on spin qubits and superconducting circuit qubits. We will discuss sources of loss and dephasing, and we will mention several strategies to increase the coherence of qubits. During the last few lectures, we will focus on advanced topics such as circuit quantum electrodynamics (cQED) and quantum optics in the microwave domain.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt

M

3.172 Modul: Solid State Quantum Technologies (NF) [M-PHYS-104858]

Verantwortung: Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109890	Solid State Quantum Technologies	8 LP	Wernsdorfer

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104857 - Solid State Quantum Technologies](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The development and comprehensive use of Quantum Technology is one of the most ambitious technological goals of today's science, with expected dramatic impact on the whole society and economy. The field of quantum information processing using solid state quantum bits (qubits) has witnessed an exponential growth during the last years. The current performances suggest that within a horizon of a few years, solid state quantum machines could outperform even the best classical machines for a few types of particularly hard tasks. During this class, the students will acquire a basic understanding of the principles of quantum information processing and the functioning of computers based on qubits, with an emphasis on experimental implementations using superconducting circuits and cavities and spin based solid state qubits. The supporting problems will cover in detail a broad set of calculations, from derivations of basic results, to solving practical problems one could encounter in a research laboratory.

Inhalt

After a general introduction to the concepts of quantum information processing, we will present an overview of different experimental implementations. We will then focus on spin qubits and superconducting circuit qubits. We will discuss sources of loss and dephasing, and we will mention several strategies to increase the coherence of qubits. During the last few lectures, we will focus on advanced topics such as circuit quantum electrodynamics (cQED) and quantum optics in the microwave domain.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt

M

3.173 Modul: Solid-State Optics [M-PHYS-102408]

Verantwortung: PD Dr. Michael Hetterich
Prof. Dr. Heinz Kalt

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Pflicht Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104773	Solid-State Optics, ohne Übungen	8 LP	Hetterich, Kalt

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102409 - Solid-State Optics \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students

- know the basic interaction processes between light and matter and are familiar with the polariton concept
- can explain the optical properties of insulators, semiconductors (including quantum structures) and metals
- comprehend the concept of the dielectric function and can utilize it to calculate relevant optical quantities
- are familiar with the classical Drude-Lorentz model and its implications for the optical properties of solids
- understand the relation between classical and quantum mechanical models for the dielectric function as well as the importance of the Kramers Kronig relations
- can explain near-band-edge optical spectra of semiconductors and insulators based on the concepts of joint density of states, oscillator strength, as well as excitonic effects
- are familiar with common experimental techniques of optical spectroscopy
- understand the origin of different optical nonlinearities and high-excitation effects as well as their mathematical description, their experimental realization and their applications
- comprehend the basics of group theory and can apply it to solid state optics

Inhalt

Maxwell's equations, refractive index, dispersion, dielectric function, extinction, absorption, reflection, continuity conditions at interfaces, anisotropic media and layered systems, Drude-Lorentz model, reststrahlen bands, Bloch states and band structure, perturbation theory of light-matter interaction, band to band transitions, joint density of states, van Hove singularities, phonon and exciton polaritons, plasmons, metals, semiconductor heterostructures, low-dimensional systems, group theory and selection rules, nonlinear optics, high-excitation effects in semiconductors, measurement of optical functions: Fourier spectroscopy, ellipsometry, modulation spectroscopy, photoluminescence, reflectometry, absorptivity.

Arbeitsaufwand

240 hours, consisting of attendance time (60 hours) and follow-up work incl. preparation of the exam (180 hours)

Empfehlungen

Basic knowledge of solid-state physics and quantum mechanics is expected.

Literatur

- H. Kalt, C. Klingshirn: Semiconductor Optics
- F. Wooten: Optical Properties of Solids
- P.K. Basu: Theory of optical processes in semiconductors
- H. Ibach and H. Lüth: Solid-State Physics

M

3.174 Modul: Solid-State Optics (NF) [M-PHYS-102409]

Verantwortung: PD Dr. Michael Hetterich
Prof. Dr. Heinz Kalt

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104774	Solid-State Optics, ohne Übungen (NF)	8 LP	Hetterich, Kalt

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung für das physikalische Nebenfach wird durch eine unbenotete mündliche Überprüfung der genannten Qualifikationsziele erbracht.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

- Das Modul [M-PHYS-102408 - Solid-State Optics](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students

- know the basic interaction processes between light and matter and are familiar with the polariton concept
- can explain the optical properties of insulators, semiconductors (including quantum structures) and metals
- comprehend the concept of the dielectric function and can utilize it to calculate relevant optical quantities
- are familiar with the classical Drude-Lorentz model and its implications for the optical properties of solids
- understand the relation between classical and quantum mechanical models for the dielectric function as well as the importance of the Kramers Kronig relations
- can explain near-band-edge optical spectra of semiconductors and insulators based on the concepts of joint density of states, oscillator strength, as well as excitonic effects
- are familiar with common experimental techniques of optical spectroscopy
- understand the origin of different optical nonlinearities and high-excitation effects as well as their mathematical description, their experimental realization and their applications
- comprehend the basics of group theory and can apply it to solid state optics

Inhalt

Maxwell's equations, refractive index, dispersion, dielectric function, extinction, absorption, reflection, continuity conditions at interfaces, anisotropic media and layered systems, Drude-Lorentz model, reststrahlen bands, Bloch states and band structure, perturbation theory of light-matter interaction, band to band transitions, joint density of states, van Hove singularities, phonon and exciton polaritons, plasmons, metals, semiconductor heterostructures, low-dimensional systems, group theory and selection rules, nonlinear optics, high-excitation effects in semiconductors, measurement of optical functions: Fourier spectroscopy, ellipsometry, modulation spectroscopy, photoluminescence, reflectometry, absorptivity.

Arbeitsaufwand

240 hours, consisting of attendance time (60 hours) and follow-up work incl. preparation of the exam (180 hours)

Empfehlungen

Basic knowledge of solid-state physics and quantum mechanics is expected.

Literatur

- H. Kalt, C. Klingshirn: Semiconductor Optics
- F. Wooten: Optical Properties of Solids
- P.K. Basu: Theory of optical processes in semiconductors
- H. Ibach and H. Lüth: Solid-State Physics

M

3.175 Modul: Spezialisierungsphase [M-PHYS-101396]

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Spezialisierungsphase](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Level	Version
15	best./nicht best.	Jedes Semester	1 Semester	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102481	Spezialisierungsphase	15 LP	Studiendekan Physik

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung, unbenotet.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Der Bereich [Physikalisches Schwerpunktfach](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.
2. Der Bereich [Physikalisches Ergänzungsfach](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.
3. Der Bereich [Physikalisches Nebenfach](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.
4. Der Bereich [Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.
5. Der Bereich [Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben wesentliche Arbeitstechniken für die Bearbeitung ihrer Masterarbeit, die Arbeitstechniken sind spezifisch für das jeweilige Spezialisierungsgebiet.

Arbeitsaufwand

ca. 450 Stunden

M

3.176 Modul: Spintransport in Nanostrukturen [M-PHYS-102293]

Verantwortung: Dr. Detlef Beckmann
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)

Leistungspunkte
6

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Deutsch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104586	Spintransport in Nanostrukturen	6 LP	Beckmann

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105375 - Spintransport in Nanostrukturen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundbegriffe des spinpolarisierten Transports und deren Anwendung auf Transporteigenschaften in Nanostrukturen. Sie können konkrete Probleme aus diesem Themenfeld lösen unter Anwendung des in der Vorlesung erworbenen Faktenwissens.

Inhalt

In der Vorlesung werden zunächst Grundlagen des elektronischen Transports und Magnetismus eingeführt. Darauf aufbauend werden für die Spinelektronik wichtige magnetoresistive Effekte in nanoskaligen Strukturen besprochen (Riesenmagnetwiderstand, Spinakkumulation, Tunnelmagnetwiderstand). Weitere Themen sind Magnetisierungsdynamik (Micromagnetics, Spin Torque, Domänenwände, Spinwellen) und die Kopplung von Spin- und Wärmetransport (Spinkaloritronik).

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS; Übung 1 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.177 Modul: Spintransport in Nanostrukturen (NF) [M-PHYS-105375]

Verantwortung: Dr. Detlef Beckmann
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte 6	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
-----------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110858	Spintransport in Nanostrukturen (NF)	6 LP	Beckmann

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102293 - Spintransport in Nanostrukturen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundbegriffe des spinpolarisierten Transports und deren Anwendung auf Transporteigenschaften in Nanostrukturen. Sie können konkrete Probleme aus diesem Themenfeld lösen unter Anwendung des in der Vorlesung erworbenen Faktenwissens.

Inhalt

In der Vorlesung werden zunächst Grundlagen des elektronischen Transports und Magnetismus eingeführt. Darauf aufbauend werden für die Spinelektronik wichtige magnetoresistive Effekte in nanoskaligen Strukturen besprochen (Riesenmagnetwiderstand, Spinakkumulation, Tunnelmagnetwiderstand). Weitere Themen sind Magnetisierungsdynamik (Micromagnetics, Spin Torque, Domänenwände, Spinwellen) und die Kopplung von Spin- und Wärmetransport (Spinkaloritronik).

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.178 Modul: Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen [M-PHYS-105655]

Verantwortung: Prof. Dr. Alexander Shnirman
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Wahl Theorie der Kondensierten Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111293	Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen	8 LP	Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105656 - Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students master the basic concepts of theory of superconductivity.

The students are able to analyze and structure problems in the field of superconductivity.

The students acquire deep understanding of the Josephson effect.

The students are able to solve problems related to coherent quantum dynamics in superconducting circuits with Josephson elements.

Inhalt

This Module covers the theoretical description of the phenomenon of superconductivity along with the introduction into various applications of superconducting systems. In particular the following subjects will be covered:

- Phenomenology, Meissner effect and London equation
- Ginzburg-Landau theory
- BCS theory
- Electrodynamics of superconductors, Anderson-Higgs mechanism
- Josephson effect in tunnel junctions
- Andreev states and Josephson effect
- Macroscopic quantum coherence
- Josephson qubits
- Microwave optics in Josephson circuits
- Arrays of Josephson junctions

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vor- und Nachbereitung der Übungen (180 h).

M**3.179 Modul: Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen (NF) [M-PHYS-105656]**

Verantwortung: Prof. Dr. Alexander Shnirman
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111294	Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen (NF)	8 LP	Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105655 - Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students master the basic concepts of theory of superconductivity.

The students are able to analyze and structure problems in the field of superconductivity.

The students acquire deep understanding of the Josephson effect.

The students are able to solve problems related to coherent quantum dynamics in superconducting circuits with Josephson elements.

Inhalt

This Module covers the theoretical description of the phenomenon of superconductivity along with the introduction into various applications of superconducting systems. In particular the following subjects will be covered:

- Phenomenology, Meissner effect and London equation
- Ginzburg-Landau theory
- BCS theory
- Electrodynamics of superconductors, Anderson-Higgs mechanism
- Josephson effect in tunnel junctions
- Andreev states and Josephson effect
- Macroscopic quantum coherence
- Josephson qubits
- Microwave optics in Josephson circuits
- Arrays of Josephson junctions

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Vor- und Nachbereitung der Übungen (180 h).

M

3.180 Modul: Supraleiter-Nanostrukturen [M-PHYS-102191]

Verantwortung: Dr. Detlef Beckmann
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie \(Wahl Kondensierte Materie\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)

Leistungspunkte
6

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Deutsch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104513	Supraleiter-Nanostrukturen	6 LP	Beckmann

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104723 - Supraleiter-Nanostrukturen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in die Grundbegriffe der Supraleitung eingeführt und verstehen deren Anwendung auf Transporteigenschaften in Nanostrukturen. In der Übung lösen die Studierenden konkrete Probleme aus diesem Themenfeld unter Anwendung des in der Vorlesung vermittelten Faktenwissens

Inhalt

In der Vorlesung werden zunächst die Grundlagen der Supraleitung besprochen (BCS-Theorie). Diese werden angewandt auf elektronische Transporteigenschaften von Nanostrukturen, deren Abmessungen mit der Kohärenzlänge der Supraleitung vergleichbar sind. Dabei werden die wesentlichen Transportprozesse (Tunneln, Andreevreflexion, Josephson-Effekt) behandelt, die Konkurrenz von Supraleitung mit anderen Grundzuständen (normales Metall, Ferromagnet) diskutiert (Proximity-Effekt), und deren Wechselspiel in komplexen Nanostrukturen beleuchtet. Die Grundlagen werden durch zahlreiche Beispiele aus der aktuellen Forschung illustriert.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

Literatur wird in der Vorlesung genannt.

M

3.181 Modul: Supraleiter-Nanostrukturen (NF) [M-PHYS-104723]

Verantwortung: Dr. Detlef Beckmann
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie](#)
[Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)

Leistungspunkte 6	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
-----------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-109621	Supraleiter-Nanostrukturen (NF)	6 LP	Beckmann

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102191 - Supraleiter-Nanostrukturen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in die Grundbegriffe der Supraleitung eingeführt und verstehen deren Anwendung auf Transporteigenschaften in Nanostrukturen. In der Übung lösen die Studierenden konkrete Probleme aus diesem Themenfeld unter Anwendung des in der Vorlesung vermittelten Faktenwissens

Inhalt

In der Vorlesung werden zunächst die Grundlagen der Supraleitung besprochen (BCS-Theorie). Diese werden angewandt auf elektronische Transporteigenschaften von Nanostrukturen, deren Abmessungen mit der Kohärenzlänge der Supraleitung vergleichbar sind. Dabei werden die wesentlichen Transportprozesse (Tunneln, Andreevreflexion, Josephson-Effekt) behandelt, die Konkurrenz von Supraleitung mit anderen Grundzuständen (normales Metall, Ferromagnet) diskutiert (Proximity-Effekt), und deren Wechselspiel in komplexen Nanostrukturen beleuchtet. Die Grundlagen werden durch zahlreiche Beispiele aus der aktuellen Forschung illustriert.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (135).

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

Literatur wird in der Vorlesung genannt.

M

3.182 Modul: Symmetrien und Gruppen [M-PHYS-102317]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Deutsch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104596	Symmetrien und Gruppen	8 LP	Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102315 - Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102316 - Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102318 - Symmetrien und Gruppen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Erlernen der Methodik der Gruppentheorie Fähigkeit zur Lösung komplexer mathematischer Probleme wie der Klassifikation von Lie-Gruppen.

Inhalt

Lie-Gruppen und ihre Darstellungen, Lie-Algebren, Poincaré-Gruppe, diskrete Gruppen, Links-Rechts-Symmetrie, großvereinheitlichte Theorien

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Gute Kenntnisse der Quantenmechanik I. Für das letzte Drittel, "erweiterte Eichtheorien" sind Vorkenntnisse der Theoretischen Teilchenphysik erforderlich.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung angegeben.

M

3.183 Modul: Symmetrien und Gruppen (NF) [M-PHYS-102318]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Deutsch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104597	Symmetrien und Gruppen (NF)	8 LP	Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102315 - Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102316 - Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102317 - Symmetrien und Gruppen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Erlernen der Methodik der Gruppentheorie Fähigkeit zur Lösung komplexer mathematischer Probleme wie der Klassifikation von Lie-Gruppen.

Inhalt

Lie-Gruppen und ihre Darstellungen, Lie-Algebren, Poincaré-Gruppe, diskrete Gruppen, Links-Rechts-Symmetrie, großvereinheitlichte Theorien

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Gute Kenntnisse der Quantenmechanik I. Für das letzte Drittel, "erweiterte Eichtheorien" sind Vorkenntnisse der Theoretischen Teilchenphysik erforderlich.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung angegeben.

M

3.184 Modul: Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien [M-PHYS-102315]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte 12	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102393	Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien	12 LP	Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102316 - Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102317 - Symmetrien und Gruppen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102318 - Symmetrien und Gruppen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Erlernen der Methodik der Gruppentheorie Fähigkeit zur Lösung komplexer mathematischer Probleme wie der Klassifikation von Lie-Gruppen, Verständnis der Konzepte von erweiterten Eichtheorien

Inhalt

Lie-Gruppen und ihre Darstellungen, Lie-Algebren, Poincaré-Gruppe, diskrete Gruppen, Links-Rechts-Symmetrie, großvereinheitlichte Theorien

Arbeitsaufwand

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (270)

Empfehlungen

Gute Kenntnisse der Quantenmechanik I. Für das letzte Drittel, "erweiterte Eichtheorien" sind Vorkenntnisse der Theoretischen Teilchenphysik erforderlich.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung angegeben.

M**3.185 Modul: Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien (NF) [M-PHYS-102316]****Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theoretische Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
12**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Deutsch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102444	Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien (NF)	12 LP	Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102315 - Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102317 - Symmetrien und Gruppen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102318 - Symmetrien und Gruppen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Erlernen der Methodik der Gruppentheorie Fähigkeit zur Lösung komplexer mathematischer Probleme wie der Klassifikation von Lie-Gruppen, Verständnis der Konzepte von erweiterten Eichtheorien

Inhalt

Lie-Gruppen und ihre Darstellungen, Lie-Algebren, Poincaré-Gruppe, diskrete Gruppen, Links-Rechts-Symmetrie, großvereinheitlichte Theorien

Arbeitsaufwand

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (270)

Empfehlungen

Gute Kenntnisse der Quantenmechanik I. Für das letzte Drittel, "erweiterte Eichtheorien" sind Vorkenntnisse der Theoretischen Teilchenphysik erforderlich.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

Wird in der Vorlesung angegeben.

M

3.186 Modul: Teilchenphysik I [M-PHYS-102114]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Prof. Dr. Ulrich Husemann
Prof. Dr. Markus Klute
Prof. Dr. Günter Quast
Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Pflichtbestandteil\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Pflichtbestandteil\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102369	Teilchenphysik I	8 LP	Ferber, Husemann, Klute, Quast, Rabbertz

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102115 - Teilchenphysik I \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können Elementarteilchen klassifizieren und mithilfe von Symmetrien, Feynman-Diagrammen und Lagrangedichten qualitativ Wechselwirkungen zwischen Elementarteilchen analysieren. Durch die Kombination dieser Kenntnisse mit Wissen über den Nachweis von Elementarteilchen können die Studierenden die Funktionsweise moderner Teilchenphysikdetektoren diskutieren. Die Studierenden werden befähigt, aktuelle Daten und Abbildungen aus der wissenschaftlichen Literatur zur Teilchenphysik zu interpretieren und den aktuellen Stand der Forschung sowie wichtige „offene Fragen“ darzustellen. Die Studierenden können Techniken der statistischen Datenanalyse und Monte-Carlo-Simulation auf einfache Probleme der Teilchenphysik anwenden und eine grundlegende Charakterisierung von Silizium-Spurdetektoren im Labor durchführen.

Inhalt

Vorlesung:

- Grundbegriffe der Teilchenphysik
- Detektoren und Beschleuniger
- Grundlagen des Standardmodells
- Tests der elektroschwachen Theorie
- Flavour-Physik
- QCD
- Physik bei hohen Transversalimpulsen
- Higgs-Physik
- Physik massiver Neutrinos
- Physik jenseits des Standardmodells

Praktische Übungen:

- Aktuelle Methoden der Monte-Carlo-Simulation und Datenanalyse in der Teilchenphysik
- Messungen an modernen Silizium-Spurdetektoren.

Anmerkungen

Für Studierende der KIT-Fakultät für Informatik gilt: Die Prüfungen in diesem Modul sind über Zulassungen vom ISS (KIT-Fakultät für Informatik) anzumelden. Dafür reicht eine E-Mail mit Matrikelnr. und Name der gewünschten Prüfung an Beratung-informatik@informatik.kit.edu aus.

Arbeitsaufwand

ca. 240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundkenntnisse der experimentellen Teilchenphysik aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang Physik.

Literatur

M. Thomson: Modern Particle Physics, Cambridge University Press (2013). D. Griffith: Introduction to Elementary Particles, Wiley (2008). A. Bettini: Introduction to Elementary Particle Physics, Cambridge University Press (2008). C. Berger: Elementarteilchenphysik, Springer (2006).

Weitere Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.

M

3.187 Modul: Teilchenphysik I (NF) [M-PHYS-102115]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
 Prof. Dr. Ulrich Husemann
 Prof. Dr. Markus Klute
 Prof. Dr. Günter Quast
 Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: **Physikalisches Nebenfach / Experimentelle Teilchenphysik**

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102488	Teilchenphysik I (NF)	8 LP	Ferber, Husemann, Klute, Quast, Rabbertz

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102114 - Teilchenphysik I** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können Elementarteilchen klassifizieren und mithilfe von Symmetrien, Feynman-Diagrammen und Lagrangedichten qualitativ Wechselwirkungen zwischen Elementarteilchen analysieren. Durch die Kombination dieser Kenntnisse mit Wissen über den Nachweis von Elementarteilchen können die Studierenden die Funktionsweise moderner Teilchenphysikdetektoren diskutieren. Die Studierenden werden befähigt, aktuelle Daten und Abbildungen aus der wissenschaftlichen Literatur zur Teilchenphysik zu interpretieren und den aktuellen Stand der Forschung sowie wichtige „offene Fragen“ darzustellen. Die Studierenden können Techniken der statistischen Datenanalyse und Monte-Carlo-Simulation auf einfache Probleme der Teilchenphysik anwenden und eine grundlegende Charakterisierung von Silizium-Spurdetektoren im Labor durchführen.

Inhalt

Vorlesung:

- Grundbegriffe der Teilchenphysik
- Detektoren und Beschleuniger
- Grundlagen des Standardmodells
- Tests der elektroschwachen Theorie
- Flavour-Physik
- QCD
- Physik bei hohen Transversalimpulsen
- Higgs-Physik
- Physik massiver Neutrinos
- Physik jenseits des Standardmodells

Praktische Übungen:

- Aktuelle Methoden der Monte-Carlo-Simulation und Datenanalyse in der Teilchenphysik
- Messungen an modernen Silizium-Spurdetektoren.

Arbeitsaufwand

ca. 240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundkenntnisse der experimentellen Teilchenphysik aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang Physik.

Literatur

M. Thomson: Modern Particle Physics, Cambridge University Press (2013). D. Griffith: Introduction to Elementary Particles, Wiley (2008). A. Bettini: Introduction to Elementary Particle Physics, Cambridge University Press (2008). C. Berger: Elementarteilchenphysik, Springer (2006).

Weitere Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.

M

3.188 Modul: Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen [M-PHYS-102422]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Dr. Pablo Goldenzweig
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104783	Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen	8 LP	Ferber, Goldenzweig, Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102155 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102154 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103183 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlangen ein besseres Verständnis der fundamentalen Naturgesetze an der Präzisionsfront der experimentellen Teilchenphysik. Die Studierenden erlernen die zugrunde liegenden Konzepte, und sammeln praktische Erfahrungen, die zu einem gelungenen Einstand in die eigene Forschung beitragen. Zusätzlich können die die Studierenden wissenschaftliche Publikationen verstehen und eigenverantwortlich den anderen Teilnehmenden präsentieren.

Inhalt

Teilchenbeschleuniger erlauben, die fundamentalen Bausteine und Kräfte der Natur zu studieren. Neben der Verwendung immer höherer Energien kann das Wissen auf diesem Gebiet auch durch Messungen mit immer höherer Präzision erweitert werden. Solche Präzisionsmessungen werden sowohl am CERN und am Tevatron an Vielzweckexperimenten, wie auch in speziellen Flavour-Fabriken am SLAC oder am SuperKEKB-Beschleuniger in Japan, erfolgreich durchgeführt.

Während der Vorlesung wollen wir experimentelle Methoden und bestimmte Schlüsselprozesse – Mesonenmischung, CP-Verletzung, seltene Zerfälle – vorstellen. In der Übung soll zusätzlich noch auf Handwerkszeug für den Alltag, wie etwa Winkelverteilungen und Quantenzahlen und Informationssysteme im Internet eingegangen werden. Darüber hinaus findet am Ende des Semesters ein Paper-Seminar statt.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Kenntnisse der experimentellen Teilchenphysik aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang werden vorausgesetzt.

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M**3.189 Modul: Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-103183]**

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Dr. Pablo Goldenzweig
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106316	Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Ferber, Goldenzweig, Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102155 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102154 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102422 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlangen ein besseres Verständnis der fundamentalen Naturgesetze an der Präzisionsfront der experimentellen Teilchenphysik. Die Studierenden erlernen die zugrunde liegenden Konzepte, und sammeln praktische Erfahrungen, die zu einem gelungenen Einstand in die eigene Forschung beitragen. Zusätzlich können die die Studierenden wissenschaftliche Publikationen verstehen und eigenverantwortlich den anderen Teilnehmenden präsentieren.

Inhalt

Teilchenbeschleuniger erlauben, die fundamentalen Bausteine und Kräfte der Natur zu studieren. Neben der Verwendung immer höherer Energien kann das Wissen auf diesem Gebiet auch durch Messungen mit immer höherer Präzision erweitert werden. Solche Präzisionsmessungen werden sowohl am CERN und am Tevatron an Vielweckexperimenten, wie auch in speziellen Flavour-Fabriken am SLAC oder am SuperKEKB-Beschleuniger in Japan, erfolgreich durchgeführt.

Während der Vorlesung wollen wir experimentelle Methoden und bestimmte Schlüsselprozesse – Mesonenmischung, CP-Verletzung, seltene Zerfälle – vorstellen. In der Übung soll zusätzlich noch auf Handwerkszeug für den Alltag, wie etwa Winkelverteilungen und Quantenzahlen und Informationssysteme im Internet eingegangen werden. Darüber hinaus findet am Ende des Semesters ein Paper-Seminar statt.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Kenntnisse der experimentellen Teilchenphysik aus der Vorlesung *Moderne Experimentalphysik III* im Bachelorstudiengang werden vorausgesetzt.

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M**3.190 Modul: Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen [M-PHYS-102154]**

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Dr. Pablo Goldenzweig
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102371	Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen	6 LP	Ferber, Goldenzweig, Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102155 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102422 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-103183 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlangen ein besseres Verständnis der fundamentalen Naturgesetze an der Präzisionsfront der experimentellen Teilchenphysik. Die Studierenden erlernen die zugrunde liegenden Konzepte, und sammeln praktische Erfahrungen, die zu einem gelungenen Einstand in die eigene Forschung beitragen.

Inhalt

Teilchenbeschleuniger erlauben, die fundamentalen Bausteine und Kräfte der Natur zu studieren. Neben der Verwendung immer höherer Energien kann das Wissen auf diesem Gebiet auch durch Messungen mit immer höherer Präzision erweitert werden. Solche Präzisionsmessungen werden sowohl am CERN und am Tevatron an Vielzweckexperimenten, wie auch in speziellen Flavour-Fabriken am SLAC oder am SuperKEKB-Beschleuniger in Japan, erfolgreich durchgeführt.

Während der Vorlesung wollen wir experimentelle Methoden und bestimmte Schlüsselprozesse – Mesonenmischung, CP-Verletzung, seltene Zerfälle – vorstellen. In der Übung soll zusätzlich noch auf Handwerkszeug für den Alltag, wie etwa Winkelverteilungen und Quantenzahlen und Informationssysteme im Internet eingegangen werden.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen

Empfehlungen

Kenntnisse der experimentellen Teilchenphysik aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang werden vorausgesetzt.

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.191 Modul: Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-102155]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Dr. Pablo Goldenzweig
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102424	Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen (NF)	6 LP	Ferber, Goldenzweig, Nierste

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102154 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-103183 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102422 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlangen ein besseres Verständnis der fundamentalen Naturgesetze an der Präzisionsfront der experimentellen Teilchenphysik. Die Studierenden erlernen die zugrunde liegenden Konzepte, und sammeln praktische Erfahrungen, die zu einem gelungenen Einstand in die eigene Forschung beitragen.

Inhalt

Teilchenbeschleuniger erlauben, die fundamentalen Bausteine und Kräfte der Natur zu studieren. Neben der Verwendung immer höherer Energien kann das Wissen auf diesem Gebiet auch durch Messungen mit immer höherer Präzision erweitert werden. Solche Präzisionsmessungen werden sowohl am CERN und am Tevatron an Vielzweckexperimenten, wie auch in speziellen Flavour-Fabriken am SLAC oder am SuperKEKB-Beschleuniger in Japan, erfolgreich durchgeführt.

Während der Vorlesung wollen wir experimentelle Methoden und bestimmte Schlüsselprozesse – Mesonenmischung, CP-Verletzung, seltene Zerfälle – vorstellen. In der Übung soll zusätzlich noch auf Handwerkszeug für den Alltag, wie etwa Winkelverteilungen und Quantenzahlen und Informationssysteme im Internet eingegangen werden.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Kenntnisse der experimentellen Teilchenphysik aus der Vorlesung *Moderne Experimentalphysik III* im Bachelorstudiengang werden vorausgesetzt.

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.192 Modul: Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen [M-PHYS-105939]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Klute
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik)
 Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik (Wahl Experimentelle Teilchenphysik)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111950	Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen	8 LP	Klute

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Qualifikationsziele

The students are able to present the theoretical and experimental basics of physics beyond the standard model of particle physics, together with the most important related measurements. Thus, they extend their knowledge in a specific field of experimental particle physics, and they are familiar with the current state of research. The students understand modern, computer-based techniques of data analysis and are able to apply them to simple problems in physics beyond the standard model. The students solve problems as a team and improve their presentation skills. The students are able to research and analyze scientific publications in the field of particle physics.

Inhalt

- Review of the standard model of particle physics (SM)
- Experimental and theoretical motivation for searches beyond the SM
- Selected examples for theories of and searches for physics beyond the SM
- Experimental techniques and modern methods of statistical data analysis

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

Basic knowledge from the bachelor lectures "Moderne Experimentalphysik III", "Moderne Theoretische Physik II" and "Rechnernutzung in der Physik" as well as from the master lecture "Teilchenphysik I" is assumed.

M**3.193 Modul: Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-105940]****Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Klute**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111951	Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Klute

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Qualifikationsziele

The students are able to present the theoretical and experimental basics of physics beyond the standard model of particle physics, together with the most important related measurements. Thus, they extend their knowledge in a specific field of experimental particle physics, and they are familiar with the current state of research. The students understand modern, computer-based techniques of data analysis and are able to apply them to simple problems in physics beyond the standard model. The students solve problems as a team and improve their presentation skills. The students are able to research and analyze scientific publications in the field of particle physics.

Inhalt

- Review of the standard model of particle physics (SM)
- Experimental and theoretical motivation for searches beyond the SM
- Selected examples for theories of and searches for physics beyond the SM
- Experimental techniques and modern methods of statistical data analysis

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

Basic knowledge from the bachelor lectures "Moderne Experimentalphysik III", "Moderne Theoretische Physik II" and "Rechnernutzung in der Physik" as well as from the master lecture "Teilchenphysik I" is assumed.

M**3.194 Modul: Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen [M-PHYS-105937]**

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Klute
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111948	Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen	6 LP	Klute

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Qualifikationsziele

The students are able to present the theoretical and experimental basics of physics beyond the standard model of particle physics, together with the most important related measurements. Thus, they extend their knowledge in a specific field of experimental particle physics, and they are familiar with the current state of research. The students understand modern, computer-based techniques of data analysis and are able to apply them to simple problems in physics beyond the standard model. The students solve problems as a team. The students are able to research and analyze scientific publications in the field of particle physics.

Inhalt

- Review of the standard model of particle physics (SM)
- Experimental and theoretical motivation for searches beyond the SM
- Selected examples for theories of and searches for physics beyond the SM
- Experimental techniques and modern methods of statistical data analysis

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135 h)

Empfehlungen

Basic knowledge from the bachelor lectures "Moderne Experimentalphysik III", "Moderne Theoretische Physik II" and "Rechnernutzung in der Physik" as well as from the master lecture "Teilchenphysik I" is assumed.

M

3.195 Modul: Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-105938]**Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Klute**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Teilchenphysik](#)**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111949	Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen (NF)	6 LP	Klute

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Qualifikationsziele

The students are able to present the theoretical and experimental basics of physics beyond the standard model of particle physics, together with the most important related measurements. Thus, they extend their knowledge in a specific field of experimental particle physics, and they are familiar with the current state of research. The students understand modern, computer-based techniques of data analysis and are able to apply them to simple problems in physics beyond the standard model. The students solve problems as a team. The students are able to research and analyze scientific publications in the field of particle physics.

Inhalt

- Review of the standard model of particle physics (SM)
- Experimental and theoretical motivation for searches beyond the SM
- Selected examples for theories of and searches for physics beyond the SM
- Experimental techniques and modern methods of statistical data analysis

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 h), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (135 h)

Empfehlungen

Basic knowledge from the bachelor lectures "Moderne Experimentalphysik III", "Moderne Theoretische Physik II" and "Rechnernutzung in der Physik" as well as from the master lecture "Teilchenphysik I" is assumed.

M**3.196 Modul: Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen [M-PHYS-104088]**

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Müller
Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108474	Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen	8 LP	Müller, Rabbertz

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104086 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104087 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-104089 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Teilchenphysik und gewinnen Einblicke in den aktuellen Stand der Forschung. Sie kennen aktuelle theoretische Konzepte und experimentelle Techniken. Die Teilnehmenden können einfache und komplexe Probleme in schriftlicher Form oder in praktischen Übungen am Computer lösen. Sie kennen typische Computer-basierte Methoden zur Simulation teilchenphysikalischer Prozesse und zur Datenanalyse und haben Erfahrung in tiefer gehender Arbeit mit Primärliteratur gesammelt.

Inhalt

Quantenchromodynamik, moderne Simulationsprogramme und Analysetechniken, Jetalgorithmen, Jet-Energie-Kalibration, Berechnung und Messung von Jet-Wirkungsquerschnitten, experimentelle und theoretische Korrekturen und Unsicherheiten, Bestimmung der starken Wechselwirkungskonstanten, aktuelle Messungen an Hadron-Collidern, Produktion und Zerfall von Top-Paaren und einzelnen Top-Quarks, Top-Eigenschaften im Standardmodell, Rekonstruktion von Top-Ereignissen, Boosted Top, Verbindung zwischen Top- und Higgs-Physik, Suche nach Neuer Physik mit Top-Quarks.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundkenntnisse aus den Veranstaltungen *Moderne Experimentalphysik III*, *Moderne Theoretische Physik II* und *Rechnernutzung in der Physik* aus dem Bachelor-Studium und *Teilchenphysik I* aus dem Master-Studium werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

- R.K. Ellis, W.J. Stirling, B.R. Webber, "QCD and Collider Physics", Cambridge, 1996.
- G. Dissertori, I.G. Knowles, M. Schmeling, "Quantum Chromodynamics", Oxford, 2002.
- R. Cahn, G. Goldhaber, "The Experimental Foundations of Particle Physics", Cambridge, 2009.
- Particle Data Group, "The Review of Particle Physics", J.Phys. G37, 075021 (2010).
- G. Salam, "Towards Jetography", arXiv:0906.1833, 2009.
- V. D. Barger, R. J. N. Phillips: Collider Physics, Westview Press (1996).
- J. M. Campbell, J. W. Huston, W. J. Stirling, Rep. Prog. Phys. 70 (2007) 89.
- T. Plehn: Lectures on LHC Physics, Springer (2012), arXiv:0910.4182 [hep-ph].
- W. Bernreuther, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 35 (2008) 083001.
- J. Incandela, A. Quadt, W. Wagner, D. Wicke, Prog. Part. Nucl. Phys. 63 (2009) 239.
- F.-P. Schilling, Int. J. Mod. Phys. A27 (2012) 1230016.
- Mehrere Habilitationsschriften: W. Wagner (Karlsruhe 2005), A. Quadt (Bonn 2006), F.Fiedler (München 2007), M.-A. Pleier (Bonn 2008), D. Wicke (Wuppertal 2009).sowie aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen und Reviews.

M**3.197 Modul: Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-104089]**

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Müller
Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108475	Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Müller, Rabbertz

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104086 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104087 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-104088 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Teilchenphysik und gewinnen Einblicke in den aktuellen Stand der Forschung. Sie kennen aktuelle theoretische Konzepte und experimentelle Techniken. Die Teilnehmenden können einfache und komplexe Probleme in schriftlicher Form oder in praktischen Übungen am Computer lösen. Sie kennen typische Computer-basierte Methoden zur Simulation teilchenphysikalischer Prozesse und zur Datenanalyse und haben Erfahrung in tiefer gehender Arbeit mit Primärliteratur gesammelt.

Inhalt

Quantenchromodynamik, moderne Simulationsprogramme und Analysetechniken, Jetalgorithmen, Jet-Energie-Kalibration, Berechnung und Messung von Jet-Wirkungsquerschnitten, experimentelle und theoretische Korrekturen und Unsicherheiten, Bestimmung der starken Wechselwirkungskonstanten, aktuelle Messungen an Hadron-Collidern, Produktion und Zerfall von Top-Paaren und einzelnen Top-Quarks, Top-Eigenschaften im Standardmodell, Rekonstruktion von Top-Ereignissen, Boosted Top, Verbindung zwischen Top- und Higgs-Physik, Suche nach Neuer Physik mit Top-Quarks.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundkenntnisse aus den Veranstaltungen *Moderne Experimentalphysik III*, *Moderne Theoretische Physik II* und *Rechnernutzung in der Physik* aus dem Bachelor-Studium und *Teilchenphysik I* aus dem Master-Studium werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

- R.K. Ellis, W.J. Stirling, B.R. Webber, "QCD and Collider Physics", Cambridge, 1996.
- G. Dissertori, I.G. Knowles, M. Schmeling, "Quantum Chromodynamics", Oxford, 2002.
- R. Cahn, G. Goldhaber, "The Experimental Foundations of Particle Physics", Cambridge, 2009.
- Particle Data Group, "The Review of Particle Physics", J.Phys. G37, 075021 (2010).
- G. Salam, "Towards Jetography", arXiv:0906.1833, 2009.
- V. D. Barger, R. J. N. Phillips: Collider Physics, Westview Press (1996).
- J. M. Campbell, J. W. Huston, W. J. Stirling, Rep. Prog. Phys. 70 (2007) 89.
- T. Plehn: Lectures on LHC Physics, Springer (2012), arXiv:0910.4182 [hep-ph].
- W. Bernreuther, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 35 (2008) 083001.
- J. Incandela, A. Quadt, W. Wagner, D. Wicke, Prog. Part. Nucl. Phys. 63 (2009) 239.
- F.-P. Schilling, Int. J. Mod. Phys. A27 (2012) 1230016.
- Mehrere Habilitationsschriften: W. Wagner (Karlsruhe 2005), A. Quadt (Bonn 2006), F.Fiedler (München 2007), M.-A. Pleier (Bonn 2008), D. Wicke (Wuppertal 2009).sowie aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen und Reviews.

M**3.198 Modul: Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen [M-PHYS-104086]**

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Müller
Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108472	Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen	6 LP	Müller, Rabbertz

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104087 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104088 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-104089 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Teilchenphysik und gewinnen Einblicke in den aktuellen Stand der Forschung. Sie kennen aktuelle theoretische Konzepte und experimentelle Techniken. Die Teilnehmenden können einfache Probleme in schriftlicher Form oder in praktischen Übungen am Computer lösen. Sie kennen typische Computer-basierte Methoden zur Simulation teilchenphysikalischer Prozesse und zur Datenanalyse und haben Erfahrung in Arbeit mit Primärliteratur gesammelt.

Inhalt

Quantenchromodynamik, moderne Simulationsprogramme und Analysetechniken, Jetalgorithmen, Jet-Energie-Kalibration, Berechnung und Messung von Jet-Wirkungsquerschnitten, experimentelle und theoretische Korrekturen und Unsicherheiten, Bestimmung der starken Wechselwirkungskonstanten, aktuelle Messungen an Hadron-Collidern, Produktion und Zerfall von Top-Paaren und einzelnen Top-Quarks, Top-Eigenschaften im Standardmodell, Rekonstruktion von Top-Ereignissen, Boosted Top, Verbindung zwischen Top- und Higgs-Physik, Suche nach Neuer Physik mit Top-Quarks.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Grundkenntnisse aus den Veranstaltungen *Moderne Experimentalphysik III*, *Moderne Theoretische Physik II* und *Rechnernutzung in der Physik* aus dem Bachelor-Studium und *Teilchenphysik I* aus dem Master-Studium werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

- R.K. Ellis, W.J. Stirling, B.R. Webber, "QCD and Collider Physics", Cambridge, 1996.
- G. Dissertori, I.G. Knowles, M. Schmeling, "Quantum Chromodynamics", Oxford, 2002.
- R. Cahn, G. Goldhaber, "The Experimental Foundations of Particle Physics", Cambridge, 2009.
- Particle Data Group, "The Review of Particle Physics", J.Phys. G37, 075021 (2010).
- G. Salam, "Towards Jetography", arXiv:0906.1833, 2009.
- V. D. Barger, R. J. N. Phillips: Collider Physics, Westview Press (1996).
- J. M. Campbell, J. W. Huston, W. J. Stirling, Rep. Prog. Phys. 70 (2007) 89.
- T. Plehn: Lectures on LHC Physics, Springer (2012), arXiv:0910.4182 [hep-ph].
- W. Bernreuther, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 35 (2008) 083001.
- J. Incandela, A. Quadt, W. Wagner, D. Wicke, Prog. Part. Nucl. Phys. 63 (2009) 239.
- F.-P. Schilling, Int. J. Mod. Phys. A27 (2012) 1230016.
- Mehrere Habilitationsschriften: W. Wagner (Karlsruhe 2005), A. Quadt (Bonn 2006), F.Fiedler (München 2007), M.-A. Pleier (Bonn 2008), D. Wicke (Wuppertal 2009).sowie aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen und Reviews.

M**3.199 Modul: Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-104087]**

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Müller
Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108473	Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen (NF)	6 LP	Müller, Rabbertz

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104086 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104088 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-104089 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Teilchenphysik und gewinnen Einblicke in den aktuellen Stand der Forschung. Sie kennen aktuelle theoretische Konzepte und experimentelle Techniken. Die Teilnehmenden können einfache Probleme in schriftlicher Form oder in praktischen Übungen am Computer lösen. Sie kennen typische Computer-basierte Methoden zur Simulation teilchenphysikalischer Prozesse und zur Datenanalyse und haben Erfahrung in Arbeit mit Primärliteratur gesammelt.

Inhalt

Quantenchromodynamik, moderne Simulationsprogramme und Analysetechniken, Jetalgorithmen, Jet-Energie-Kalibration, Berechnung und Messung von Jet-Wirkungsquerschnitten, experimentelle und theoretische Korrekturen und Unsicherheiten, Bestimmung der starken Wechselwirkungskonstanten, aktuelle Messungen an Hadron-Collidern, Produktion und Zerfall von Top-Paaren und einzelnen Top-Quarks, Top-Eigenschaften im Standardmodell, Rekonstruktion von Top-Ereignissen, Boosted Top, Verbindung zwischen Top- und Higgs-Physik, Suche nach Neuer Physik mit Top-Quarks.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (135)

Empfehlungen

Grundkenntnisse aus den Veranstaltungen *Moderne Experimentalphysik III*, *Moderne Theoretische Physik II* und *Rechnernutzung in der Physik* aus dem Bachelor-Studium und *Teilchenphysik I* aus dem Master-Studium werden vorausgesetzt.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

- R.K. Ellis, W.J. Stirling, B.R. Webber, "QCD and Collider Physics", Cambridge, 1996.
- G. Dissertori, I.G. Knowles, M. Schmeling, "Quantum Chromodynamics", Oxford, 2002.
- R. Cahn, G. Goldhaber, "The Experimental Foundations of Particle Physics", Cambridge, 2009.
- Particle Data Group, "The Review of Particle Physics", J.Phys. G37, 075021 (2010).
- G. Salam, "Towards Jetography", arXiv:0906.1833, 2009.
- V. D. Barger, R. J. N. Phillips: Collider Physics, Westview Press (1996).
- J. M. Campbell, J. W. Huston, W. J. Stirling, Rep. Prog. Phys. 70 (2007) 89.
- T. Plehn: Lectures on LHC Physics, Springer (2012), arXiv:0910.4182 [hep-ph].
- W. Bernreuther, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 35 (2008) 083001.
- J. Incandela, A. Quadt, W. Wagner, D. Wicke, Prog. Part. Nucl. Phys. 63 (2009) 239.
- F.-P. Schilling, Int. J. Mod. Phys. A27 (2012) 1230016.
- Mehrere Habilitationsschriften: W. Wagner (Karlsruhe 2005), A. Quadt (Bonn 2006), F.Fiedler (München 2007), M.-A. Pleier (Bonn 2008), D. Wicke (Wuppertal 2009).sowie aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen und Reviews.

M**3.200 Modul: Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen [M-PHYS-104084]**

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108470	Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen	8 LP	Quast, Wolf

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104081 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104082 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-104085 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students are able to present the theoretical and experimental basics of the physics of massive bosons in the Standard Model, together with the most important related measurements at colliders. Thus, they extend their knowledge in a specific field of experimental particle physics, and they are familiar with the current state of research. The students understand modern, computerbased techniques of data analysis and are able to apply them to simple problems in W/Z/H physics. The students solve problems as a team and improve their presentation skills. The students are able to research and analyse scientific publications in the field of particle physics.

Inhalt

Historic introduction, electroweak symmetry breaking in the Standard Model, experimental techniques and modern methods of statistical data analysis, W and Z boson physics at colliders, properties of the Higgs bosons, search for and discovery of the Higgs boson, multi-boson processes, W/Z/Higgs processes in physics beyond the Standard Model.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Basic knowledge from the bachelor lectures "Moderne Experimentalphysik III", "Moderne Theoretische Physik II" and "Rechnernutzung in der Physik" as well as from the master lecture "Teilchenphysik I" is assumed.

Literatur

- ALEPH, DELPHI, L3, OPAL, SLD: Precision Electroweak measurements on the Z Resonance, Phys.Rept. 427 (2006) 257.
- ALEPH, DELPHI, L3, OPAL : Electroweak Measurements in Electron-Positron Collisions at W-Boson-Pair Energies at LEP, Phys. Rept. 532 (2013) 119.
- M. Mozer: Electroweak Physics at the LHC, Springer (2016)
- R. Wolf: The Higgs Boson Discovery at the Large Hadron Collider, Springer 2015
- J. Ellis: Higgs Physics, arXiv:1312.567 [hep-ph]
- A. Djouadi: The anatomy of electroweak symmetry breaking I, Phys. Rep. 457 (2008) 1

M

3.201 Modul: Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen (NF) [M-PHYS-104085]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108471	Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen (NF)	8 LP	Quast, Wolf

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104081 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104082 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-104084 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students are able to present the theoretical and experimental basics of the physics of massive bosons in the Standard Model, together with the most important related measurements at colliders. Thus, they extend their knowledge in a specific field of experimental particle physics, and they are familiar with the current state of research. The students understand modern, computerbased techniques of data analysis and are able to apply them to simple problems in W/Z/H physics. The students solve problems as a team and improve their presentation skills. The students are able to research and analyse scientific publications in the field of particle physics.

Inhalt

Historic introduction, electroweak symmetry breaking in the Standard Model, experimental techniques and modern methods of statistical data analysis, W and Z boson physics at colliders, properties of the Higgs bosons, search for and discovery of the Higgs boson, multi-boson processes, W/Z/Higgs processes in physics beyond the Standard Model.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden).

Empfehlungen

Basic knowledge from the bachelor lectures "Moderne Experimentalphysik III", "Moderne Theoretische Physik II" and "Rechnernutzung in der Physik" as well as from the master lecture "Teilchenphysik I" is assumed.

Literatur

- ALEPH, DELPHI, L3, OPAL, SLD: Precision Electroweak measurements on the Z Resonance, Phys.Rept. 427 (2006) 257.
- ALEPH, DELPHI, L3, OPAL : Electroweak Measurements in Electron-Positron Collisions at W-Boson-Pair Energies at LEP, Phys. Rept. 532 (2013) 119.
- M. Mozer: Electroweak Physics at the LHC, Springer (2016)
- R. Wolf: The Higgs Boson Discovery at the Large Hadron Collider, Springer 2015
- J. Ellis: Higgs Physics, arXiv:1312.567 [hep-ph]
- A. Djouadi: The anatomy of electroweak symmetry breaking I, Phys. Rep. 457 (2008) 1

M**3.202 Modul: Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen [M-PHYS-104081]**

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Experimentelle Teilchenphysik \(Wahl Experimentelle Teilchenphysik\)](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108468	Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen	6 LP	Quast, Wolf

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104082 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104084 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-104085 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students are able to present the theoretical and experimental basics of the physics of massive bosons in the Standard Model, together with the most important related measurements at colliders. Thus, they extend their knowledge in a specific field of experimental particle physics, and they are familiar with the current state of research. The students understand modern, computerbased techniques of data analysis and are able to apply them to simple problems in W/Z/H physics. The students solve problems as a team and improve their presentation skills.

Inhalt

Historic introduction, electroweak symmetry breaking in the Standard Model, experimental techniques and modern methods of statistical data analysis, W and Z boson physics at colliders, properties of the Higgs bosons, search for and discovery of the Higgs boson, multi-boson processes, W/Z/Higgs processes in physics beyond the Standard Model.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135).

Empfehlungen

Basic knowledge from the bachelor lectures "Moderne Experimentalphysik III", "Moderne Theoretische Physik II" and "Rechnernutzung in der Physik" as well as from the master lecture "Teilchenphysik I" is assumed.

Literatur

- ALEPH, DELPHI, L3, OPAL, SLD: Precision Electroweak measurements on the Z Resonance, Phys.Rept. 427 (2006) 257.
- ALEPH, DELPHI, L3, OPAL : Electroweak Measurements in Electron-Positron Collisions at W-Boson-Pair Energies at LEP, Phys. Rept. 532 (2013) 119.
- M. Mozer: Electroweak Physics at the LHC, Springer (2016)
- R. Wolf: The Higgs Boson Discovery at the Large Hadron Collider, Springer 2015
- J. Ellis: Higgs Physics, arXiv:1312.567 [hep-ph]
- A. Djouadi: The anatomy of electroweak symmetry breaking I, Phys. Rep. 457 (2008) 1

M**3.203 Modul: Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen (NF) [M-PHYS-104082]**

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Experimentelle Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-108469	Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen (NF)	6 LP	Quast, Wolf

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-104081 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-104084 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-104085 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students are able to present the theoretical and experimental basics of the physics of massive bosons in the Standard Model, together with the most important related measurements at colliders. Thus, they extend their knowledge in a specific field of experimental particle physics, and they are familiar with the current state of research. The students understand modern, computerbased techniques of data analysis and are able to apply them to simple problems in W/Z/H physics. The students solve problems as a team and improve their presentation skills.

Inhalt

Historic introduction, electroweak symmetry breaking in the Standard Model, experimental techniques and modern methods of statistical data analysis, W and Z boson physics at colliders, properties of the Higgs bosons, search for and discovery of the Higgs boson, multi-boson processes, W/Z/Higgs processes in physics beyond the Standard Model.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (135).

Empfehlungen

Basic knowledge from the bachelor lectures "Moderne Experimentalphysik III", "Moderne Theoretische Physik II" and "Rechnernutzung in der Physik" as well as from the master lecture "Teilchenphysik I" is assumed.

Literatur

- ALEPH, DELPHI, L3, OPAL, SLD: Precision Electroweak measurements on the Z Resonance, Phys.Rept. 427 (2006) 257.
- ALEPH, DELPHI, L3, OPAL : Electroweak Measurements in Electron-Positron Collisions at W-Boson-Pair Energies at LEP, Phys. Rept. 532 (2013) 119.
- M. Mozer: Electroweak Physics at the LHC, Springer (2016)
- R. Wolf: The Higgs Boson Discovery at the Large Hadron Collider, Springer 2015
- J. Ellis: Higgs Physics, arXiv:1312.567 [hep-ph]
- A. Djouadi: The anatomy of electroweak symmetry breaking I, Phys. Rep. 457 (2008) 1

M

3.204 Modul: The ABC of DFT [M-PHYS-102984]

- Verantwortung:** Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Prof. Dr. Wolfgang Wenzel
- Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik
- Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Wahl Theorie der Kondensierten Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte 6	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105960	The ABC of DFT	6 LP	Rockstuhl, Wenzel

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Verständnis grundlegender numerischer Verfahren in der Dichtefunktionaltheorie und die Fähigkeit zu ihrer Anwendung zur Lösung physikalischer Probleme der Festkörperphysik wie die Beschreibung von Ladungstransport oder Magnetismus. Schwerpunkte liegen im Erlangen der Fähigkeiten zur selbstständigen Simulationsdurchführung, darauffolgender Datenanalyse, physikalischer Interpretation und, falls möglich, Verknüpfung mit experimentellen Untersuchungen.

Inhalt

With ever advancing computational power, it becomes possible to determine the electronic structure of increasingly complex systems relevant to solid state physics and materials science. Here we introduce Density Functional Theory (DFT) by explaining the basic underlying concepts, present examples of its application and its shortcomings and outline the most promising improvement paths. DFT will be applied to charge transport and magnetism related problems. As DFT makes it possible to treat fairly large systems (up to a few thousand of electrons) it enables direct comparison to experiment for many important applications. Both periodic, crystalline systems and localized single molecule in vacuum will be addressed with a special focus on systems with reduced dimensionality, such as surfaces and interfaces. Where applicable, comparisons to experiment and possible deployments will be presented. Some of the topics that will be addressed are:

- Basic concepts underpinning the DFT
- Calculations of band structure and density of states (DOS) of (hybrid) graphene materials.
- Treatment of magnetism within DFT, with examples of both bulk and molecular magnetism.
- Charge transport, with examples of both ballistic and disordered hopping transport.
- Beyond ground state DFT: Time Dependent DFT, GW, ...

Arbeitsaufwand

180 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (120 h)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörpertheorie, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

Wird in der Vorlesung genannt.

M

3.205 Modul: Theoretical Nanooptics [M-PHYS-102295]

Verantwortung:	Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik (Wahl Optik und Photonik) Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Wahl Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104587	Theoretical Nanooptics	6 LP	Rockstuhl

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-103177 - Theoretical Nanooptics (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The properties of light at the nanoscale can be controlled by various means. The aim of this lecture is to familiarize the students with the different possibilities that rely on nanostructured dielectric or metallic materials and to outline on solid mathematical grounds the analytical description of observable effects. The lecture is meant as a complementary source of education to experimental lecture. It shall provide the students with the necessary skills to work themselves in the field of theoretical nanooptics.

Inhalt

- Dispersion relation to describe light in extended systems such as free space, interfaces, planar waveguides and waveguides with complicated geometrical cross sections.
- Description of the interaction of light with isolated objects such as spheres, cylinders, ellipsoids and prolates and oblates.
- Properties of plasmonic nanoparticles and the ability to tune their properties
- Notion of optical antennas and the discussion of their basic characteristics
- Description of the dynamics of wave propagation by perturbed eigenstates, i.e. coupled mode theory. Application to optical waveguide arrays.
- Discussion of metamaterials (unit cells, homogenization, light propagation, applications)
- Transformation optics
- Analytical modeling and phenomenological tools to describe nanooptical systems

Arbeitsaufwand

180 hours composed of active time (45), wrap-up of the lecture incl. preparation of the examination and the exercises (135)

Empfehlungen

Solid mathematical background, good knowledge of classical electromagnetism and theoretical optics.

Literatur

- L. Novotny and B. Hecht, Principle of Nano-Optics, Cambridge
- S. A. Maier, Plasmonics, Springer
- J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn and R. D. Meade, Photonic Crystals: Molding the Flow of Light, University Press

M

3.206 Modul: Theoretical Nanooptics (NF) [M-PHYS-103177]

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte 6	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106311	Theoretical Nanooptics (NF)	6 LP	Rockstuhl

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102295 - Theoretical Nanooptics](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The properties of light at the nanoscale can be controlled by various means. The aim of this lecture is to familiarize the students with the different possibilities that rely on nanostructured dielectric or metallic materials and to outline on solid mathematical grounds the analytical description of observable effects. The lecture is meant as a complementary source of education to experimental lecture. It shall provide the students with the necessary skills to work themselves in the field of theoretical nanooptics.

Inhalt

- Dispersion relation to describe light in extended systems such as free space, interfaces, planar waveguides and waveguides with complicated geometrical cross sections.
- Description of the interaction of light with isolated objects such as spheres, cylinders, ellipsoids and prolates and oblates.
- Properties of plasmonic nanoparticles and the ability to tune their properties
- Notion of optical antennas and the discussion of their basic characteristics
- Description of the dynamics of wave propagation by perturbed eigenstates, i.e. coupled mode theory. Application to optical waveguide arrays.
- Discussion of metamaterials (unit cells, homogenization, light propagation, applications)
- Transformation optics
- Analytical modeling and phenomenological tools to describe nanooptical systems

Arbeitsaufwand

180 hours composed of active time (45), wrap-up of the lecture and the exercises (135)

Empfehlungen

Solid mathematical background, good knowledge of classical electromagnetism and theoretical optics.

Literatur

- L. Novotny and B. Hecht, Principle of Nano-Optics, Cambridge
- S. A. Maier, Plasmonics, Springer
- J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn and R. D. Meade, Photonic Crystals: Molding the Flow of Light, University Press

M

3.207 Modul: Theoretical Optics [M-PHYS-102277]**Verantwortung:** Prof. Dr. Carsten Rockstuhl**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Pflicht Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik \(Wahl Nanophysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104578	Theoretische Optik	6 LP	Rockstuhl

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102279 - Theoretical Optics \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students deepen their knowledge about the theory and the mathematical tools in optics and photonics. They learn how to apply these tools to describe fundamental phenomena and how to predict observable quantities that reflect the actual physics from the theory by way of a corresponding purposeful mathematical analyses. They learn how to solve problems of both, interpretative and predictive nature with regards to model systems and real life situations.

Inhalt

- Review of Electromagnetism (Maxwell's Equations, Stress Tensor, Material Properties, Kramers-Kronig Relation, Wave Propagation, Poynting's Theorem)
- Diffraction Theory (The Principles of Huygens and Fresnel, Scalar Diffraction Theory: Green's Function, Helmholtz-Kirchhoff Theorem, Kirchhoff Formulation of Diffraction, Fresnel-Kirchhoff Diffraction Formula, Rayleigh-Sommerfeld Formulation of Diffraction, Angular Spectrum Method, Fresnel and Fraunhofer Diffraction, Method of Stationary Phases, Basics of Holography)
- Crystal Optics (Polarization, Anisotropic Media, Fresnel Equation, Applications)
- Classical Coherence Theory (Elementary Coherence Phenomena, Theory of Stochastic Processes, Correlation Functions)
- Quantum Optics and Quantum Optical Coherence Theory (Review of Quantum Mechanics, Quantization of the EM Field, Quantum Coherence Functions)

Anmerkungen

Für Studierende der KIT-Fakultät für Informatik gilt: Die Prüfungen in diesem Modul sind über Zulassungen vom ISS (KIT-Fakultät für Informatik) anzumelden. Dafür reicht eine E-Mail mit Matrikeln. und Name der gewünschten Prüfung an Beratung-informatik@informatik.kit.edu aus.

Arbeitsaufwand

180 hours composed of active time (45), wrap-up of the lecture incl. preparation of the examination (135)

Empfehlungen

Solid mathematical background, good knowledge of classical electromagnetism and basic knowledge of quantum mechanics.

Literatur

- "Classical Electrodynamics" John David Jackson
- "Theoretical Optics: An Introduction" Hartmann Römer
- "Introduction to Fourier Optics" Joseph W. Goodman
- "Introduction to the Theory of Coherence and Polarization of Light" Emil Wolf
- "The Quantum Theory of Light " Rodney Loudon

M

3.208 Modul: Theoretical Optics (NF) [M-PHYS-102279]

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102305	Theoretische Optik - Vorleistung	6 LP	Rockstuhl

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102277 - Theoretical Optics](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students deepen their knowledge about the theory and the mathematical tools in optics and photonics. They learn how to apply these tools to describe fundamental phenomena and how to predict observable quantities that reflect the actual physics from the theory by way of a corresponding purposeful mathematical analyses. They learn how to solve problems of both, interpretative and predictive nature with regards to model systems and real life situations.

Inhalt

- Review of Electromagnetism (Maxwell's Equations, Stress Tensor, Material Properties, Kramers-Kronig Relation, Wave Propagation, Poynting's Theorem)
- Diffraction Theory (The Principles of Huygens and Fresnel, Scalar Diffraction Theory: Green's Function, Helmholtz-Kirchhoff Theorem, Kirchhoff Formulation of Diffraction, Fresnel-Kirchhoff Diffraction Formula, Rayleigh-Sommerfeld Formulation of Diffraction, Angular Spectrum Method, Fresnel and Fraunhofer Diffraction, Method of Stationary Phases, Basics of Holography)
- Crystal Optics (Polarization, Anisotropic Media, Fresnel Equation, Applications)
- Classical Coherence Theory (Elementary Coherence Phenomena, Theory of Stochastic Processes, Correlation Functions)
- Quantum Optics and Quantum Optical Coherence Theory (Review of Quantum Mechanics, Quantization of the EM Field, Quantum Coherence Functions)

Arbeitsaufwand

180 hours composed of active time (45), wrap-up of the lecture and the examination (135)

Empfehlungen

Solid mathematical background, good knowledge of classical electromagnetism and basic knowledge of quantum mechanics.

Literatur

- "Classical Electrodynamics" John David Jackson
- "Theoretical Optics: An Introduction" Hartmann Römer
- "Introduction to Fourier Optics" Joseph W. Goodman
- "Introduction to the Theory of Coherence and Polarization of Light" Emil Wolf
- "The Quantum Theory of Light " Rodney Loudon

M

3.209 Modul: Theoretical Quantum Optics [M-PHYS-105094]

Verantwortung:	Prof. Dr. Anja Metelmann Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik (Wahl Optik und Photonik) Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Wahl Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110303	Theoretical Quantum Optics	6 LP	Metelmann, Rockstuhl

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

The students of quantum optics comprehend the physics of quantum optical phenomena, the necessary theoretical means for their description, and the application of quantum optical resources in different applications and technologies. They learn how to express quantum optical phenomena in a mathematical language and can apply routinely different techniques to study quantum optical phenomena in specific situations. They are trained to solve basic problems in quantum optics.

The students

- learn about the quantisation of electromagnetic fields,
- understands the details of different quantum states of light,
- get an overview over experiments that were important in the development of quantum optics,
- develop an understanding for the quantum optical description of the first and second order coherence functions, and
- understand and can routinely apply different means to describe the interaction of quantum states of light with quantum emitters.

Inhalt

- Quantization of the electromagnetic field
- Various quantum states of light fields: optical photon-number, coherent, squeezed, Schrödinger's cat states
- Classical and quantum coherence theory: photon bunching and antibunching
- Quantum description of optical interferometry: Mach-Zehnder interferometer with photons
- General description of open quantum system: master equation, Heisenberg-Langevin, and stochastic approaches
- Optical test of quantum mechanics: Hong-Ou-Mandel, quantum eraser, and Bell's theorem experiments
- Interaction of a single atom with a classical field and quantum field
- From Rabi model to Jaynes-Cummings model: the most simplest model to describe the light-matter interaction
- Quantum master equation approach: description of finite life time of atoms
- Weak and strong couplings (spontaneous emission, Purcell effect, resonance fluorescence, lasers, and Rabi oscillation)
- Interaction of an ensemble of atoms with a quantum field (Dicke and Tavis-Cummings models, and superradiance)
- Quantum optical applications (quantum cryptography, quantum teleportation, quantum metrology, etc.)

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (135).

Empfehlungen

Interest in theoretical physics, good knowledge in quantum mechanics and electrodynamics/optics

Literatur

- C. Gerry and P. Knight, *Introductory Quantum Optics*.
- M. O. Scully and M. S. Zubairy, *Quantum Optics*.
- M. Fox, *Quantum Optics: An Introduction*.
- R. Loudon, *The Quantum Theory of Light*.
- D.F. Walls and G. J. Milburn, *Quantum Optics*.
- P. Meystre and M. Sargent, *Elements of Quantum Optics*.
- W. Schleich, *Quantum Optics in Phase Space*.

M

3.210 Modul: Theoretical Quantum Optics (NF) [M-PHYS-105395]

Verantwortung: Prof. Dr. Anja Metelmann
Prof. Dr. Carsten Rockstuhl

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte 6	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110884	Theoretical Quantum Optics (NF)	6 LP	Metelmann, Rockstuhl

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-105094 - Theoretical Quantum Optics](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students of quantum optics comprehend the physics of quantum optical phenomena, the necessary theoretical means for their description, and the application of quantum optical resources in different applications and technologies. They learn how to express quantum optical phenomena in a mathematical language and can apply routinely different techniques to study quantum optical phenomena in specific situations. They are trained to solve basic problems in quantum optics.

The students

- learn about the quantisation of electromagnetic fields,
- understands the details of different quantum states of light,
- get an overview over experiments that were important in the development of quantum optics,
- develop an understanding for the quantum optical description of the first and second order coherence functions, and
- understand and can routinely apply different means to describe the interaction of quantum states of light with quantum emitters.

Inhalt

- Quantization of the electromagnetic field
- Various quantum states of light fields: optical photon-number, coherent, squeezed, Schrödinger's cat states
- Classical and quantum coherence theory: photon bunching and antibunching
- Quantum description of optical interferometry: Mach-Zehnder interferometer with photons
- General description of open quantum system: master equation, Heisenberg-Langevin, and stochastic approaches
- Optical test of quantum mechanics: Hong-Ou-Mandel, quantum eraser, and Bell's theorem experiments
- Interaction of a single atom with a classical field and quantum field
- From Rabi model to Jaynes-Cummings model: the most simplest model to describe the light-matter interaction
- Quantum master equation approach: description of finite life time of atoms
- Weak and strong couplings (spontaneous emission, Purcell effect, resonance fluorescence, lasers, and Rabi oscillation)
- Interaction of an ensemble of atoms with a quantum field (Dicke and Tavis-Cummings models, and superradiance)
- Quantum optical applications (quantum cryptography, quantum teleportation, quantum metrology, etc.)

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (135).

Empfehlungen

Interest in theoretical physics, good knowledge in quantum mechanics and electrodynamics/optics

Literatur

- C. Gerry and P. Knight, *Introductory Quantum Optics*.
- M. O. Scully and M. S. Zubairy, *Quantum Optics*.
- M. Fox, *Quantum Optics: An Introduction*.
- R. Loudon, *The Quantum Theory of Light*.
- D.F. Walls and G. J. Milburn, *Quantum Optics*.
- P. Meystre and M. Sargent, *Elements of Quantum Optics*.
- W. Schleich, *Quantum Optics in Phase Space*.

M

3.211 Modul: Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar [M-PHYS-102169]

Verantwortung:	Prof. Dr. Wolfgang Wenzel
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Wahl Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102365	Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar	8 LP	Wenzel

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102170 - Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102171 - Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102172 - Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können:

- den Aufbau von Biopolymeren auf Basis ihrer Komponenten beschreiben
- verstehen die physikalischen Wechselwirkungen die den Aufbau und die Funktion von Biopolymeren bestimmen
- kennen Modelle für Strukturbildung und Funktion von Biopolymeren, insbesondere Proteine und DNA.
- kennen Verfahren zur Simulation der Strukturbildung und Funktion von Biopolymeren, insbesondere der Molekulardynamik und deren technische Implementierung
- können diese Verfahren auf einfache Probleme des Lehrinhalts anwenden
- kennen Verfahren zur rechnergestützten Medikamentenentwicklung
- kennen grundlegende Verfahren der Bioinformatik zur Protein- und DNA-Strukturvorhersage
- sind in der Lage die Verfahren im Kontext der Anwendung kritisch zu bewerten
- können ein Spezialthema innerhalb des Lehrinhalts auf Basis der wissenschaftlichen Literatur verstehen und in einem Vortrag oder einer Ausarbeitung präsentieren
- können die wissenschaftlichen Ergebnisse dieses Spezialthemas kritisch bewerten

Inhalt

Fragestellungen aus dem Grenzgebiet zwischen Biologie, Chemie und Physik gewinnen zunehmend Bedeutung in der interdisziplinären Forschung. Theoretische Methoden der Biophysik und Biochemie können wesentlich dazu beitragen, biochemische Prozesse zu verstehen und zunehmend auch quantitativ zu beschreiben. Überlappend mit dem sich entwickelnden Gebiet der Bioinformatik erlauben physikalische Modelle die Analyse und zunehmend auch die Vorhersage fundamentaler biologischer Abläufe.

In dieser Vorlesung sollen die biophysikalischen Grundlagen und biochemischen Modelle für die Beschreibung von Proteinen/DNS/RNS erarbeitet werden: Proteine sind die Grundbausteine der Zelle, die für alle wesentlichen Prozesse von Pflanzen, Tieren und Menschen von Bedeutung sind. Sie werden im Gen durch DNS kodiert und als chemisch lineare Moleküle synthetisiert, falten und funktionieren jedoch in wohldefinierten dreidimensionalen Strukturen, deren Bildung und Dynamik behandelt werden soll. In dieser Vorlesung sollen die wichtigen biophysikalischen Grundlagen für die Modellierung von DNS und Proteinen vorgestellt und diskutiert werden. Darüber hinaus werden wichtige Anwendung dieser Verfahren, z.B. in der rechnergestützten Medikamentenentwicklung und in der Biotechnologie, vorgestellt.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (120), Vorbereitung des Seminars oder Erstellung der Ausarbeitung (60)

Empfehlungen

Kenntnisse der Thermodynamik

Literatur

- Daune: Molecular Biophysics
- Branden, Tooze: Introduction to Protein Structure

Weitere Titel werden in der Vorlesung genannt.

M

3.212 Modul: Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar (NF) [M-PHYS-102170]

Verantwortung: Prof. Dr. Wolfgang Wenzel
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102420	Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar (NF)	8 LP	Wenzel

Erfolgskontrolle(n)

50% der in den Übungsblättern erreichbaren Punkte, Referat und Kurzvorträge im Rahmen der Vorlesung/Übung

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102169 - Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102171 - Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102172 - Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können:

- den Aufbau von Biopolymeren auf Basis ihrer Komponenten beschreiben
- verstehen die physikalischen Wechselwirkungen die den Aufbau und die Funktion von Biopolymeren bestimmen
- kennen Modelle für Strukturbildung und Funktion von Biopolymeren, insbesondere Proteine und DNA.
- kennen Verfahren zur Simulation der Strukturbildung und Funktion von Biopolymeren, insbesondere der Molekulardynamik und deren technische Implementierung
- können diese Verfahren auf einfache Probleme des Lehrinhalts anwenden
- kennen Verfahren zur rechnergestützten Medikamentenentwicklung
- kennen grundlegende Verfahren der Bioinformatik zur Protein- und DNA-Strukturvorhersage
- sind in der Lage die Verfahren im Kontext der Anwendung kritisch zu bewerten
- können ein Spezialthema innerhalb des Lehrinhalts auf Basis der wissenschaftlichen Literatur verstehen und in einem Vortrag oder einer Ausarbeitung präsentieren
- können die wissenschaftlichen Ergebnisse dieses Spezialthemas kritisch bewerten

Inhalt

Fragestellungen aus dem Grenzgebiet zwischen Biologie, Chemie und Physik gewinnen zunehmend Bedeutung in der interdisziplinären Forschung. Theoretische Methoden der Biophysik und Biochemie können wesentlich dazu beitragen, biochemische Prozesse zu verstehen und zunehmend auch quantitativ zu beschreiben. Überlappend mit dem sich entwickelnden Gebiet der Bioinformatik erlauben physikalische Modelle die Analyse und zunehmend auch die Vorhersage fundamentaler biologischer Abläufe.

In dieser Vorlesung sollen die biophysikalischen Grundlagen und biochemischen Modelle für die Beschreibung von Proteinen/DNS/RNS erarbeitet werden: Proteine sind die Grundbausteine der Zelle, die für alle wesentlichen Prozesse von Pflanzen, Tieren und Menschen von Bedeutung sind. Sie werden im Gen durch DNS kodiert und als chemisch lineare Moleküle synthetisiert, falten und funktionieren jedoch in wohldefinierten dreidimensionalen Strukturen, deren Bildung und Dynamik behandelt werden soll. In dieser Vorlesung sollen die wichtigen biophysikalischen Grundlagen für die Modellierung von DNS und Proteinen vorgestellt und diskutiert werden. Darüber hinaus werden wichtige Anwendung dieser Verfahren, z.B. in der rechnergestützten Medikamentenentwicklung und in der Biotechnologie, vorgestellt.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (120). Vorbereitung des Seminars oder Erstellung der Ausarbeitung (60)

Empfehlungen

Kenntnisse der Thermodynamik

Literatur

- Daune: Molecular Biophysics
- Branden, Tooze: Introduction to Protein Structure

Weitere Titel werden in der Vorlesung genannt.

M

3.213 Modul: Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar [M-PHYS-102171]

Verantwortung:	Prof. Dr. Wolfgang Wenzel
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Wahl Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte
6

Notenskala
Zehntelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Semester

Sprache
Englisch

Level
4

Version
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104473	Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar	6 LP	Wenzel

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102169 - Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102170 - Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102172 - Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können:

- den Aufbau von Biopolymeren auf Basis ihrer Komponenten beschreiben
- verstehen die physikalischen Wechselwirkungen die den Aufbau und die Funktion von Biopolymeren bestimmen
- kennen Modelle für Strukturbildung und Funktion von Biopolymeren, insbesondere Proteine und DNA.
- kennen Verfahren zur Simulation der Strukturbildung und Funktion von Biopolymeren, insbesondere der Molekulardynamik und deren technische Implementierung
- können diese Verfahren auf einfache Probleme des Lehrinhalts anwenden
- kennen Verfahren zur rechnergestützten Medikamentenentwicklung
- kennen grundlegende Verfahren der Bioinformatik zur Protein- und DNA-Strukturvorhersage
- sind in der Lage die Verfahren im Kontext der Anwendung kritisch zu bewerten

Inhalt

Fragestellungen aus dem Grenzgebiet zwischen Biologie, Chemie und Physik gewinnen zunehmend Bedeutung in der interdisziplinären Forschung. Theoretische Methoden der Biophysik und Biochemie können wesentlich dazu beitragen, biochemische Prozesse zu verstehen und zunehmend auch quantitativ zu beschreiben. Überlappend mit dem sich entwickelnden Gebiet der Bioinformatik erlauben physikalische Modelle die Analyse und zunehmend auch die Vorhersage fundamentaler biologischer Abläufe.

In dieser Vorlesung sollen die biophysikalischen Grundlagen und biochemischen Modelle für die Beschreibung von Proteinen/DNS/RNS erarbeitet werden: Proteine sind die Grundbausteine der Zelle, die für alle wesentlichen Prozesse von Pflanzen, Tieren und Menschen von Bedeutung sind. Sie werden im Gen durch DNS kodiert und als chemisch lineare Moleküle synthetisiert, falten und funktionieren jedoch in wohldefinierten dreidimensionalen Strukturen, deren Bildung und Dynamik behandelt werden soll. In dieser Vorlesung sollen die wichtigen biophysikalischen Grundlagen für die Modellierung von DNS und Proteinen vorgestellt und diskutiert werden. Darüber hinaus werden wichtige Anwendung dieser Verfahren, z.B. in der rechnergestützten Medikamentenentwicklung und in der Biotechnologie, vorgestellt.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (120)

Empfehlungen

Kenntnisse der Thermodynamik

Literatur

- Daune: Molecular Biophysics
- Branden, Tooze: Introduction to Protein Structure

Weitere Titel werden in der Vorlesung genannt.

M**3.214 Modul: Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar (NF) [M-PHYS-102172]**

Verantwortung: Prof. Dr. Wolfgang Wenzel
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Nanophysik](#)
[Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104474	Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar (NF)	6 LP	Wenzel

Erfolgskontrolle(n)

50% der in den Übungsblättern erreichbaren Punkte

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102169 - Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102170 - Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102171 - Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können:

- den Aufbau von Biopolymeren auf Basis ihrer Komponenten beschreiben
- verstehen die physikalischen Wechselwirkungen die den Aufbau und die Funktion von Biopolymeren bestimmen
- kennen Modelle für Strukturbildung und Funktion von Biopolymeren, insbesondere Proteine und DNA.
- kennen Verfahren zur Simulation der Strukturbildung und Funktion von Biopolymeren, insbesondere der Molekulardynamik und deren technische Implementierung
- können diese Verfahren auf einfache Probleme des Lehrinhalts anwenden
- kennen Verfahren zur rechnergestützten Medikamentenentwicklung
- kennen grundlegende Verfahren der Bioinformatik zur Protein- und DNA-Strukturvorhersage
- sind in der Lage die Verfahren im Kontext der Anwendung kritisch zu bewerten

Inhalt

Fragestellungen aus dem Grenzgebiet zwischen Biologie, Chemie und Physik gewinnen zunehmend Bedeutung in der interdisziplinären Forschung. Theoretische Methoden der Biophysik und Biochemie können wesentlich dazu beitragen, biochemische Prozesse zu verstehen und zunehmend auch quantitativ zu beschreiben. Überlappend mit dem sich entwickelnden Gebiet der Bioinformatik erlauben physikalische Modelle die Analyse und zunehmend auch die Vorhersage fundamentaler biologischer Abläufe.

In dieser Vorlesung sollen die biophysikalischen Grundlagen und biochemischen Modelle für die Beschreibung von Proteinen/DNS/RNS erarbeitet werden: Proteine sind die Grundbausteine der Zelle, die für alle wesentlichen Prozesse von Pflanzen, Tieren und Menschen von Bedeutung sind. Sie werden im Gen durch DNS kodiert und als chemisch lineare Moleküle synthetisiert, falten und funktionieren jedoch in wohldefinierten dreidimensionalen Strukturen, deren Bildung und Dynamik behandelt werden soll. In dieser Vorlesung sollen die wichtigen biophysikalischen Grundlagen für die Modellierung von DNS und Proteinen vorgestellt und diskutiert werden. Darüber hinaus werden wichtige Anwendung dieser Verfahren, z.B. in der rechnergestützten Medikamentenentwicklung und in der Biotechnologie, vorgestellt.

Arbeitsaufwand

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (120)

Empfehlungen

Kenntnisse der Thermodynamik

Literatur

- Daune: Molecular Biophysics
- Branden, Tooze: Introduction to Protein Structure

Weitere Titel werden in der Vorlesung genannt.

M**3.215 Modul: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen [M-PHYS-102033]**

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Pflicht Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102544	Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen	12 LP	Heinrich, Melnikov, Mühlleitner, Nierste, Steinhauser

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102034 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102035 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102036 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102037 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102038 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Der/die Studierende soll in die Grundbegriffe der Relativistischen Quantenfeldtheorie eingeführt werden, die relevanten theoretischen Konzepte beherrschen und die Rechenmethoden anwenden lernen. Der/die Studierende wendet sein/ihr Wissen auf physikalische Fragestellungen an und kann einfache Prozesse der QED berechnen. Die Studierenden vertiefen ihr Wissen in den auf die Vorlesung abgestimmten Übungen.

Inhalt

Klassische Feldtheorie; Kanonische Quantisierung von von Boson-, Fermion- und Vektorfeldern; Störungstheorie, Greensche Funktionen und Feynmandiagramme; Berechnung von Wirkungsquerschnitten; Quantenelektrodynamik als Eichtheorie; Spontane Symmetriebrechung

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Elektrodynamik, Quantenmechanik und Relativitätstheorie (im Umfang bis Theorie E)

Literatur

- M. Peskin and D. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory
- L. Ryder, Quantum Field Theory

M

3.216 Modul: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen (NF) [M-PHYS-102037]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102540	Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen (NF)	12 LP	Heinrich, Melnikov, Mühlleitner, Nierste, Steinhauser

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102033 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102034 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102035 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102036 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102038 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Der/die Studierende soll in die Grundbegriffe der Relativistischen Quantenfeldtheorie eingeführt werden, die relevanten theoretischen Konzepte beherrschen und die Rechenmethoden anwenden lernen. Der/die Studierende wendet sein/ihr Wissen auf physikalische Fragestellungen an und kann einfache Prozesse der QED berechnen. Die Studierenden vertiefen ihr Wissen in den auf die Vorlesung abgestimmten Übungen.

Inhalt

Klassische Feldtheorie; Kanonische Quantisierung von von Boson-, Fermion- und Vektorfeldern; Störungstheorie, Greensche Funktionen und Feynmandiagramme; Berechnung von Wirkungsquerschnitten; Quantenelektrodynamik als Eichtheorie; Spontane Symmetriebrechung

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Elektrodynamik, Quantenmechanik und Relativitätstheorie (im Umfang bis Theorie E)

Literatur

- M. Peskin and D. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory
- L. Ryder, Quantum Field Theory

M

3.217 Modul: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen [M-PHYS-102035]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Pflicht Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102546	Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen	8 LP	Heinrich, Melnikov, Mühlleitner, Nierste, Steinhauser

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102033 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102034 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102036 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102037 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102038 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Der/die Studierende soll in die Grundbegriffe der Relativistischen Quantenfeldtheorie eingeführt werden, die relevanten theoretischen Konzepte beherrschen und die Rechenmethoden anwenden lernen. Der/die Studierende wendet sein/ihr Wissen auf physikalische Fragestellungen an und kann einfache Prozesse der QED berechnen.

Inhalt

Klassische Feldtheorie; Kanonische Quantisierung von von Boson-, Fermion- und Vektorfeldern; Störungstheorie, Greensche Funktionen und Feynmandiagramme; Berechnung von Wirkungsquerschnitten; Quantenelektrodynamik als Eichtheorie; Spontane Symmetriebrechung

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (180 h)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Elektrodynamik, Quantenmechanik und Relativitätstheorie (im Umfang bis Theorie E)

Literatur

- M. Peskin and D. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory
- L. Ryder, Quantum Field Theory

M**3.218 Modul: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen [M-PHYS-102034]**

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Pflicht Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102545	Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen	8 LP	Heinrich, Melnikov, Mühlleitner, Nierste, Steinhauser

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102033 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102035 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102036 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102037 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102038 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Der/die Studierende soll in die Grundbegriffe der Relativistischen Quantenfeldtheorie eingeführt werden, die relevanten theoretischen Konzepte beherrschen und die Rechenmethoden anwenden lernen. Die Studierenden vertiefen ihr Wissen in den auf die Vorlesung abgestimmten Übungen.

Inhalt

Klassische Feldtheorie; Kanonische Quantisierung von von Boson-, Fermion- und Vektorfeldern; Störungstheorie, Greensche Funktionen und Feynmandiagramme; Berechnung von Wirkungsquerschnitten; Quantenelektrodynamik als Eichtheorie; Spontane Symmetriebrechung

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Elektrodynamik, Quantenmechanik und Relativitätstheorie (im Umfang bis Theorie E)

Literatur

- M. Peskin and D. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory
- L. Ryder, Quantum Field Theory

M

3.219 Modul: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen (NF) [M-PHYS-102038]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102541	Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen (NF)	8 LP	Heinrich, Melnikov, Mühlleitner, Nierste, Steinhauser

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102033 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102034 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102035 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102036 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102037 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Der/die Studierende soll in die Grundbegriffe der Relativistischen Quantenfeldtheorie eingeführt werden, die relevanten theoretischen Konzepte beherrschen und die Rechenmethoden anwenden lernen. Die Studierenden vertiefen ihr Wissen in den auf die Vorlesung abgestimmten Übungen.

Inhalt

Klassische Feldtheorie; Kanonische Quantisierung von von Boson-, Fermion- und Vektorfeldern; Störungstheorie, Greensche Funktionen und Feynmandiagramme; Berechnung von Wirkungsquerschnitten; Quantenelektrodynamik als Eichtheorie; Spontane Symmetriebrechung

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Elektrodynamik, Quantenmechanik und Relativitätstheorie (im Umfang bis Theorie E)

Literatur

- M. Peskin and D. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory
- L. Ryder, Quantum Field Theory

M**3.220 Modul: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen [M-PHYS-102036]**

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102547	Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen	6 LP	Heinrich, Melnikov, Mühlleitner, Nierste, Steinhauser

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102033 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102034 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102035 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102037 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
5. Das Modul [M-PHYS-102038 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Der/die Studierende soll in die Grundbegriffe der Relativistischen Quantenfeldtheorie eingeführt werden, die relevanten theoretischen Konzepte beherrschen und die Rechenmethoden anwenden lernen.

Inhalt

Klassische Feldtheorie; Kanonische Quantisierung von von Boson-, Fermion- und Vektorfeldern; Störungstheorie, Greensche Funktionen und Feynmandiagramme; Berechnung von Wirkungsquerschnitten; Quantenelektrodynamik als Eichtheorie; Spontane Symmetriebrechung

Arbeitsaufwand

180 h bestehend aus Präsenzzeiten (45 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (135 h)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Elektrodynamik, Quantenmechanik und Relativitätstheorie (im Umfang bis Theorie E)

Literatur

- M. Peskin and D. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory
- L. Ryder, Quantum Field Theory

M

3.221 Modul: Theoretische Teilchenphysik II, ohne Übungen [M-PHYS-102048]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
Prof. Dr. Kirill Melnikov
Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik \(Wahl Theoretische Teilchenphysik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102554	Theoretische Teilchenphysik II, ohne Übungen	8 LP	Heinrich, Mühlleitner

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102044 - Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102046 - Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundbegriffe von nicht-Abelschen Eichtheorien und deren Anwendung in der Teilchenphysik. Sie verstehen die zugrundeliegenden theoretischen Konzepte und deren Zusammenhänge. Die Studierenden kennen das Standardmodell der Teilchenphysik und können mit den relevanten Rechenmethoden umgehen.

Inhalt

Im Hauptteil der Vorlesung werden nicht-Abelsche Eichtheorien und deren Anwendung in der Elementarteilchenphysik besprochen. Das Themenfeld beinhaltet die Lagrangedichten der QCD und des elektroschwachen Standardmodells sowie den Higgs-Mechanismus. Die aus den Lagrangedichten folgenden Feynman-Regeln werden eingeführt und in störungstheoretischen Berechnungen von Raten für Prozesse mit Quarks und Gluonen angewandt. Dabei werden auch die Regularisierung und Renormierung von ultravioletten Divergenzen behandelt, sowie Anwendungen der Renormierungsgruppe, die QCD Beta-Funktion und asymptotische Freiheit. Infrarote Divergenzen, Parton-Verteilungsfunktionen und Splitting-Funktionen werden eingeführt.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (180)

Empfehlungen

Theoretische Teilchenphysik I

M

3.222 Modul: Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen [M-PHYS-102046]

Verantwortung:	Prof. Dr. Gudrun Heinrich Prof. Dr. Kirill Melnikov Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Theoretische Teilchenphysik (Wahl Theoretische Teilchenphysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Theoretische Teilchenphysik

Leistungspunkte 12	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Jedes Wintersemester	Dauer 1 Semester	Sprache Deutsch	Level 4	Version 1
------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102552	Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen	12 LP	Heinrich, Mühlleitner

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102044 - Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102048 - Theoretische Teilchenphysik II, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundbegriffe von nicht-Abelschen Eichtheorien und deren Anwendung in der Teilchenphysik. Sie verstehen die zugrundeliegenden theoretischen Konzepte und deren Zusammenhänge. Die Studierenden kennen das Standardmodell der Teilchenphysik und können mit den relevanten Rechenmethoden umgehen. Die Studierenden lösen konkrete Probleme der theoretischen Teilchenphysik unter Anwendung des in der Vorlesung vermittelten Faktenwissens.

Inhalt

Im Hauptteil der Vorlesung werden nicht-Abelsche Eichtheorien und deren Anwendung in der Elementarteilchenphysik besprochen. Das Themenfeld beinhaltet die Lagrangedichten der QCD und des elektroschwachen Standardmodells sowie den Higgs-Mechanismus. Die aus den Lagrangedichten folgenden Feynman-Regeln werden eingeführt und in störungstheoretischen Berechnungen von Raten für Prozesse mit Quarks und Gluonen angewandt. Dabei werden auch die Regularisierung und Renormierung von ultravioletten Divergenzen behandelt, sowie Anwendungen der Renormierungsgruppe, die QCD Beta-Funktion und asymptotische Freiheit. Infrarote Divergenzen, Parton-Verteilungsfunktionen und Splitting-Funktionen werden eingeführt.

Arbeitsaufwand

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (270)

Empfehlungen

Theoretische Teilchenphysik I

M

3.223 Modul: Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen (NF) [M-PHYS-102044]

- Verantwortung:** Prof. Dr. Gudrun Heinrich
Prof. Dr. Kirill Melnikov
Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
- Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik
- Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach / Theoretische Teilchenphysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102548	Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen (NF)	12 LP	Heinrich, Mühlleitner

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102046 - Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102048 - Theoretische Teilchenphysik II, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundbegriffe von nicht-Abelschen Eichtheorien und deren Anwendung in der Teilchenphysik. Sie verstehen die zugrundeliegenden theoretischen Konzepte und deren Zusammenhänge. Die Studierenden kennen das Standardmodell der Teilchenphysik und können mit den relevanten Rechenmethoden umgehen. Die Studierenden lösen konkrete Probleme der theoretischen Teilchenphysik unter Anwendung des in der Vorlesung vermittelten Faktenwissens.

Inhalt

Im Hauptteil der Vorlesung werden nicht-Abelsche Eichtheorien und deren Anwendung in der Elementarteilchenphysik besprochen. Das Themenfeld beinhaltet die Lagrangedichten der QCD und des elektroschwachen Standardmodells sowie den Higgs-Mechanismus. Die aus den Lagrangedichten folgenden Feynman-Regeln werden eingeführt und in störungstheoretischen Berechnungen von Raten für Prozesse mit Quarks und Gluonen angewandt. Dabei werden auch die Regularisierung und Renormierung von ultravioletten Divergenzen behandelt, sowie Anwendungen der Renormierungsgruppe, die QCD Beta-Funktion und asymptotische Freiheit. Infrarote Divergenzen, Parton-Verteilungsfunktionen und Splitting-Funktionen werden eingeführt.

Arbeitsaufwand

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (270)

Empfehlungen

Theoretische Teilchenphysik I

M

3.224 Modul: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen [M-PHYS-102054]

Verantwortung:	Prof. Dr. Markus Garst Prof. Dr. Alexander Mirlin Prof. Dr. Alexander Shnirman
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie (Pflicht Theorie der Kondensierten Materie) Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte 8	Notenskala Zehntelnoten	Turnus Jedes Wintersemester	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102559	Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen	8 LP	Garst, Mirlin, Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Ergänzend zur Vorlesung werden Übungen angeboten. Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung in den Übungen. Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102051 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102052 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102053 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Gaining understanding of phenomena and concepts in condensed matter theory, mastering basic theoretical tools for their description, and acquiring the ability to analyze and solve theoretically a limited class of problems in the field of condensed matter physics.

Inhalt

Lectures and exercises convey and deepen the basic concepts of condensed matter theory, particular attention is paid to crystalline solids. The main subjects of the lecture are:

- Crystal lattices, electrons in periodic potentials, dynamics of Bloch electrons;
- Electronic transport properties of solids, Boltzmann equation;
- Solids in an external magnetic field: Pauli paramagnetism, Landau diamagnetism, de Haas-van Alphen effect;
- Electron-electron interaction, Stoner theory of ferromagnetism;
- Landau theory of Fermi liquids; Phonons and electron-phonon interaction

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, der statistischen Physik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenburg, 1980) / Introduction to Solid State Physics.
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids.
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart & Winston, N.Y 1976).
- J.H. Ziman, Principles of the Theory of Solids (Cambridge, Univ. Press, 1972).
- A. A. Abrikosov, Fundamentals of the Theory of Metals

M

3.225 Modul: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen (NF) [M-PHYS-102052]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Prof. Dr. Alexander Shnirman

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102557	Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen (NF)	8 LP	Garst, Mirlin, Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung, unbenotet.

Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102051 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102053 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102054 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Gaining understanding of phenomena and concepts in condensed matter theory, mastering basic theoretical tools for their description, and acquiring the ability to analyze and solve theoretically a limited class of problems in the field of condensed matter physics.

Inhalt

Lectures and exercises convey and deepen the basic concepts of condensed matter theory, particular attention is paid to crystalline solids. The main subjects of the lecture are:

- Crystal lattices, electrons in periodic potentials, dynamics of Bloch electrons;
- Electronic transport properties of solids, Boltzmann equation;
- Solids in an external magnetic field: Pauli paramagnetism, Landau diamagnetism, de Haas-van Alphen effect;
- Electron-electron interaction, Stoner theory of ferromagnetism;
- Landau theory of Fermi liquids; Phonons and electron-phonon interaction

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, der statistischen Physik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenburg, 1980) / Introduction to Solid State Physics.
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids.
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart & Winston, N.Y 1976).
- J.H. Ziman, Principles of the Theory of Solids (Cambridge, Univ. Press, 1972).
- A. A. Abrikosov, Fundamentals of the Theory of Metals

M

3.226 Modul: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen [M-PHYS-102053]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Prof. Dr. Alexander Shnirman

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Pflicht Theorie der Kondensierten Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102558	Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen	12 LP	Garst, Mirlin, Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Ergänzend zur Vorlesung werden Übungen angeboten. Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung in den Übungen. Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102051 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102052 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102054 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Gaining understanding of phenomena and concepts in condensed matter theory, mastering basic theoretical tools for their description, and acquiring the ability to analyze and solve theoretically a broader class of problems in the field of condensed matter physics.

Inhalt

Lectures and exercises convey and deepen the basic concepts of condensed matter theory, particular attention is paid to crystalline solids. The main subjects of the lecture are:

- Crystal lattices, electrons in periodic potentials, dynamics of Bloch electrons;
- Electronic transport properties of solids, Boltzmann equation;
- Solids in the external magnetic field: Pauli paramagnetism, Landau diamagnetism, de Haas-van Alphen effect;
- Electron-electron interaction, Stoner theory of ferromagnetism;
- Landau theory of Fermi liquids; Phonons and electron-phonon interaction;
- Superconductivity: BCS theory, electrodynamics of superconductors, Ginzburg-Landau theory.

Arbeitsaufwand

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, der statistischen Physik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenburg, 1980) / Introduction to Solid State Physics.
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids.
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart & Winston, N.Y 1976).
- J.H. Ziman, Principles of the Theory of Solids (Cambridge, Univ. Press, 1972).
- A. A. Abrikosov, Fundamentals of the Theory of Metals

M

3.227 Modul: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen (NF) [M-PHYS-102051]

Verantwortung:	Prof. Dr. Markus Garst Prof. Dr. Alexander Mirlin Prof. Dr. Alexander Shnirman
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102556	Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen (NF)	12 LP	Garst, Mirlin, Shnirman

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung, unbenotet.

Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102052 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102053 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102054 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Gaining understanding of phenomena and concepts in condensed matter theory, mastering basic theoretical tools for their description, and acquiring the ability to analyze and solve theoretically a broader class of problems in the field of condensed matter physics.

Inhalt

Lectures and exercises convey and deepen the basic concepts of condensed matter theory, particular attention is paid to crystalline solids. The main subjects of the lecture are:

- Crystal lattices, electrons in periodic potentials, dynamics of Bloch electrons;
- Electronic transport properties of solids, Boltzmann equation;
- Solids in the external magnetic field: Pauli paramagnetism, Landau diamagnetism, de Haas-van Alphen effect;
- Electron-electron interaction, Stoner theory of ferromagnetism;
- Landau theory of Fermi liquids; Phonons and electron-phonon interaction;
- Superconductivity: BCS theory, electrodynamics of superconductors, Ginzburg-Landau theory.

Arbeitsaufwand

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (270)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, der statistischen Physik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Literatur

- C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenburg, 1980) / Introduction to Solid State Physics.
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids.
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart & Winston, N.Y 1976).
- J.H. Ziman, Principles of the Theory of Solids (Cambridge, Univ. Press, 1972).
- A. A. Abrikosov, Fundamentals of the Theory of Metals

M**3.228 Modul: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen [M-PHYS-103331]**

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
2	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-106676	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen	2 LP	Garst, Mirlin, Narozhnyy, Schmalian

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Ergänzend zur Vorlesung werden Übungen angeboten. Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung in den Übungen. Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102308 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102312 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102313 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-102314 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Acquiring basic knowledge about advanced field-theoretical approaches of condensed matter physics.

Inhalt

Estimated structure of the lecture:

- Green's functions for non-interacting particles
- Many-body Green's functions
- Feynman diagrams

Arbeitsaufwand

60 h bestehend aus Präsenzzeiten (15 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (45 h)

Empfehlungen

In der Regel soll diese Vorlesung nach der Theorie der Kondensierten Materie I besucht werden.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 1 SWS

Literatur

- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinskii, Methods of QFT in statistical physics
- L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Statistische Physik, Teil II (Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd IX)
- G.D. Mahan, Many-particle physics
- A.L. Fetter, J.D. Valecka, Quantum theory of many-particle systems.
- J.W. Negele, H. Orland, Quantum many-particle systems.
- J.R. Schrieffer, Theory of superconductivity.
- A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory.
- T. Giamarchi, Quantum physics in one dimension.
- A. Kamenev, Field theory of non-equilibrium systems.
- G. Giuliani, G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid.

M

3.229 Modul: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen [M-PHYS-102313]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Wahl Theorie der Kondensierten Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104591	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen	8 LP	Garst, Mirlin, Narozhnyy, Schmalian

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Ergänzend zur Vorlesung werden Übungen angeboten. Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung in den Übungen. Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102308 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102312 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102314 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-103331 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Mastering advanced field-theoretical approaches of condensed matter physics. Acquiring an ability to apply these methods for the solution of a limited class of advanced problems in the field of condensed matter physics.

Inhalt

Estimated structure of the lecture:

1. Green's functions for non-interacting particles
2. Many-body Green's functions
3. Feynman diagrams (interacting fermions, Fermi fluids, collective excitations)
4. Green's functions and diagrammatic technique at finite temperatures (Matsubara diagrammatic technique)
5. Functional formulation of many-body theory
6. Superconducting systems
7. Non-equilibrium systems and Keldysh technique
8. Many-body systems in one dimension

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

In der Regel soll diese Vorlesung nach der Theorie der Kondensierten Materie I besucht werden.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinskii, Methods of QFT in statistical physics
- L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Statistische Physik, Teil II (Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd IX)
- G.D. Mahan, Many-particle physics
- A.L. Fetter, J.D. Valecka, Quantum theory of many-particle systems.
- J.W. Negele, H. Orland, Quantum many-particle systems.
- J.R. Schrieffer, Theory of superconductivity.
- A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory.
- T. Giamarchi, Quantum physics in one dimension.
- A. Kamenev, Field theory of non-equilibrium systems.
- G. Giuliani, G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid.

M**3.230 Modul: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen (NF) [M-PHYS-102314]**

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104592	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen (NF)	8 LP	Garst, Mirlin, Narozhnyy, Schmalian

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung, unbenotet.

Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102308 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102312 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102313 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-103331 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Mastering advanced field-theoretical approaches of condensed matter physics. Acquiring an ability to apply these methods for the solution of a limited class of advanced problems in the field of condensed matter physics.

Inhalt

Estimated structure of the lecture:

1. Green's functions for non-interacting particles
2. Many-body Green's functions
3. Feynman diagrams (interacting fermions, Fermi fluids, collective excitations)
4. Green's functions and diagrammatic technique at finite temperatures (Matsubara diagrammatic technique)
5. Functional formulation of many-body theory
6. Superconducting systems
7. Non-equilibrium systems and Keldysh technique
8. Many-body systems in one dimension

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

In der Regel soll diese Vorlesung nach der Theorie der Kondensierten Materie I besucht werden.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

Literatur

- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinskii, Methods of QFT in statistical physics
- L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Statistische Physik, Teil II (Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd IX)
- G.D. Mahan, Many-particle physics
- A.L. Fetter, J.D. Valecka, Quantum theory of many-particle systems.
- J.W. Negele, H. Orland, Quantum many-particle systems.
- J.R. Schrieffer, Theory of superconductivity.
- A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory.
- T. Giamarchi, Quantum physics in one dimension.
- A. Kamenev, Field theory of non-equilibrium systems.
- G. Giuliani, G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid.

M

3.231 Modul: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen [M-PHYS-102308]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Wahl Theorie der Kondensierten Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102560	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen	12 LP	Garst, Mirlin, Narozhnyy, Schmalian

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Ergänzend zur Vorlesung werden Übungen angeboten. Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung in den Übungen. Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102312 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul [M-PHYS-102313 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen](#) darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul [M-PHYS-102314 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul [M-PHYS-103331 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Mastering advanced field-theoretical approaches of condensed matter physics. Acquiring an ability to apply these methods for the solution of a broader class of advanced problems in the field of condensed matter physics.

Inhalt

Estimated structure of the lecture:

1. Green's functions for non-interacting particles
2. Many-body Green's functions
3. Feynman diagrams (interacting fermions, Fermi fluids, collective excitations)
4. Green's functions and diagrammatic technique at finite temperatures (Matsubara diagrammatic technique)
5. Functional formulation of many-body theory
6. Superconducting systems
7. Non-equilibrium systems and Keldysh technique
8. Many-body systems in one dimension
9. Kondo effect
10. Strongly correlated electrons: Hubbard model and Mott metal-insulator transition
11. Introduction to mesoscopic physics

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

In der Regel soll diese Vorlesung nach der Theorie der Kondensierten Materie I besucht werden.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinskii, Methods of QFT in statistical physics
- L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Statistische Physik, Teil II (Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd IX)
- G.D. Mahan, Many-particle physics
- A.L. Fetter, J.D. Valecka, Quantum theory of many-particle systems.
- J.W. Negele, H. Orland, Quantum many-particle systems.
- J.R. Schrieffer, Theory of superconductivity.
- A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory.
- T. Giamarchi, Quantum physics in one dimension.
- A. Kamenev, Field theory of non-equilibrium systems.
- G. Giuliani, G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid.

M**3.232 Modul: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen (NF) [M-PHYS-102312]**

Verantwortung:	Prof. Dr. Markus Garst Prof. Dr. Alexander Mirlin Dr. Boris Narozhnyy Prof. Dr. Jörg Schmalian
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
12	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-102562	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen (NF)	12 LP	Garst, Mirlin, Narozhnyy, Schmalian

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung, unbenotet.

Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102308 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-102313 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen** darf nicht begonnen worden sein.
3. Das Modul **M-PHYS-102314 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen (NF)** darf nicht begonnen worden sein.
4. Das Modul **M-PHYS-103331 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Mastering advanced field-theoretical approaches of condensed matter physics. Acquiring an ability to apply these methods for the solution of a broader class of advanced problems in the field of condensed matter physics.

Inhalt

Estimated structure of the lecture:

1. Green's functions for non-interacting particles
2. Many-body Green's functions
3. Feynman diagrams (interacting fermions, Fermi fluids, collective excitations)
4. Green's functions and diagrammatic technique at finite temperatures (Matsubara diagrammatic technique)
5. Functional formulation of many-body theory
6. Superconducting systems
7. Non-equilibrium systems and Keldysh technique
8. Many-body systems in one dimension
9. Kondo effect
10. Strongly correlated electrons: Hubbard model and Mott metal-insulator transition
11. Introduction to mesoscopic physics

Arbeitsaufwand

360 h bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

In der Regel soll diese Vorlesung nach der Theorie der Kondensierten Materie I besucht werden.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

Literatur

- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinskii, Methods of QFT in statistical physics
- L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Statistische Physik, Teil II (Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd IX)
- G.D. Mahan, Many-particle physics
- A.L. Fetter, J.D. Valecka, Quantum theory of many-particle systems.
- J.W. Negele, H. Orland, Quantum many-particle systems.
- J.R. Schrieffer, Theory of superconductivity.
- A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory.
- T. Giamarchi, Quantum physics in one dimension.
- A. Kamenev, Field theory of non-equilibrium systems.
- G. Giuliani, G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid.

M

3.233 Modul: Theorie des Magnetismus II [M-PHYS-102985]

- Verantwortung:** Dr. Igor Gornyi
Dr. Boris Narozhnyy
- Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik
- Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Wahl Theorie der Kondensierten Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Unregelmäßig	1 Semester	Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105961	Theorie des Magnetismus II	8 LP	Narozhnyy

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Erlangen von Wissen über die Grundlagen der Theorie des Magnetismus. Beherrschung unterschiedlicher Methoden zur Beschreibung klassischer und Quanten-Magneten. Erlangen des physikalischen Verständnisses der wichtigsten Phänomene und Konzepte.

Inhalt

Voraussichtliche Struktur der Vorlesung:

- Einleitung
- Molekularfeldtheorie für Magneten.
- Mott Isolatoren
- Heisenbergmagnete.
- Magnetismus durch nichtlokalisierte Elektronen.
- Magnetismus und Spintransport (Riesenmagnetowiderstand, Spin-Drehmoment-Effekte).
- Spin Hall Effekt und Quanten Spin Hall Effekt.
- Spinflüssigkeiten.
- Frustrierte Magnete
- Spin-Glas

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h) und Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (180 h)

Empfehlungen

In der Regel soll diese Vorlesung nach der Theorie der Kondensierten Materie I besucht werden.

Literatur

- R.M. White, Quantum Theory of Magnetism.
- K. Yosida, Theory of Magnetism.
- P. Fazekas, Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism.
- E.Y. Tsybal, I. Zutic, eds., Handbook of Spin Transport and Magnetism.

M

3.234 Modul: Theorie des Magnetismus, mit Übungen [M-PHYS-105381]**Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Garst**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Wahl Theorie der Kondensierten Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110869	Theorie des Magnetismus, mit Übungen	8 LP	Garst

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Qualifikationsziele

Gaining understanding of phenomena and concepts in quantum and classical magnetism, mastering basic theoretical tools for their description, and acquiring the ability to analyse and solve problems theoretically in the field of magnetism

Inhalt

Introduction to the concepts of magnetism; Heisenberg model; Spin representations; Ground states and excitations; Spin-ice and spin-liquids; Spin path integral and semiclassical approximations; Spin wave theory; Non-linear sigma model and micromagnetism; Landau-Lifshitz-Gilbert equation and conserved quantities; Topological solutions: domain walls, vortices & skyrmions; Spintronics

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, der Quantenmechanik und der statistischen Physik werden vorausgesetzt.

M

3.235 Modul: Theorie des Magnetismus, mit Übungen (NF) [M-PHYS-105385]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach](#) / [Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte 8	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-110873	Theorie des Magnetismus, mit Übungen (NF)	8 LP	Garst

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Gaining understanding of phenomena and concepts in quantum and classical magnetism, mastering basic theoretical tools for their description, and acquiring the ability to analyse and solve problems theoretically in the field of magnetism

Inhalt

Introduction to the concepts of magnetism; Heisenberg model; Spin representations; Ground states and excitations; Spin-ice and spin-liquids; Spin path integral and semiclassical approximations; Spin wave theory; Non-linear sigma model and micromagnetism; Landau-Lifshitz-Gilbert equation and conserved quantities; Topological solutions: domain walls, vortices & skyrmions; Spintronics

Arbeitsaufwand

240 h bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Bearbeitung der Übungen (180 h)

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, der Quantenmechanik und der statistischen Physik werden vorausgesetzt.

M

3.236 Modul: Theorie seismischer Wellen [M-PHYS-102367]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Ergänzungsfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-104736	Theorie seismischer Wellen	6 LP	Bohlen

Erfolgskontrolle(n)

To pass the module, the oral exam (approx. 45 minutes) must be passed. As prerequisites the examinations of other type must be passed, based on successful participation of the exercises. Each exercise deals with a specific topic (e.g., stress and strain tensors, Zoeppritz equations, or rays) and is based on solving a given theoretical problem by means of calculus. In some cases equations and solutions need to be visualized using Matlab (or equivalent tools).

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102657 - Theorie seismischer Wellen \(NF\)](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students know the fundamental laws and equations of linear elasticity and wave propagation. They understand wave propagation phenomena such as source effects, reflection and transmission or the effects of anisotropy, absorption, dispersion and scattering and can describe them in mathematical terms. They are able to apply the concepts and equations to theoretical problems and relate the theory to phenomena observed in field data.

Inhalt

- Theory of elasticity, stress and strain, elastic tensor, fundamental laws and equations
- Anisotropic elastic wave equation and various simplifications
- Mathematical description of sources, near-field and far-field terms
- Boundary conditions
- Reflection and transmission of plane waves at plane interfaces, Zoeppritz equations
- Surface waves, dispersion relation, phase and group velocity
- Introduction to ray theory, eikonal and transport equations and their solutions
- Absorption and dispersion
- Wave propagation in anisotropic media
- Scattering

Arbeitsaufwand

180 hours composed of attendance time (45 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (135 h)

Empfehlungen

Knowledge of differential and vector calculus is essential. Familiarity with Matlab (alternatively Python or Mathematica) is beneficial for certain exercises.

Literatur

- Aki and Richards, "Quantitative Seismology", 2003, University Science Books.
- Ben-Menahem and Singh, "Seismic waves and sources", 1981, Springer.
- Dahlen and Tromp, "Theoretical Global Seismology", 1998, Princeton University Press.
- Frank Hadsell, "Tensors of Geophysics for Mavericks and Mongrels", 1995, Society of Exploration Geophysicists.

M

3.237 Modul: Theorie seismischer Wellen (NF) [M-PHYS-102657]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Geophysik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
6	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Englisch	4	2

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-105571	Theorie seismischer Wellen (NF)	6 LP	Bohlen

Erfolgskontrolle(n)

To pass the module, the examinations of other type must be passed, based on successful participation of the exercises. Each exercise deals with a specific topic (e.g., stress and strain tensors, Zoeppritz equations, or rays) and is based on solving a given theoretical problem by means of calculus. In some cases equations and solutions need to be visualized using Matlab (or equivalent tools).

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102367 - Theorie seismischer Wellen](#) darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

The students know the fundamental laws and equations of linear elasticity and wave propagation. They understand wave propagation phenomena such as source effects, reflection and transmission or the effects of anisotropy, absorption, dispersion and scattering and can describe them in mathematical terms. They are able to apply the concepts and equations to theoretical problems and relate the theory to phenomena observed in field data.

Inhalt

- Theory of elasticity, stress and strain, elastic tensor, fundamental laws and equations
- Anisotropic elastic wave equation and various simplifications
- Mathematical description of sources, near-field and far-field terms
- Boundary conditions
- Reflection and transmission of plane waves at plane interfaces, Zoeppritz equations
- Surface waves, dispersion relation, phase and group velocity
- Introduction to ray theory, eikonal and transport equations and their solutions
- Absorption and dispersion
- Wave propagation in anisotropic media
- Scattering

Arbeitsaufwand

180 hours composed of attendance time (45 h), wrap-up of the lectures and solving the exercises (135 h)

Empfehlungen

Knowledge of differential and vector calculus is essential. Familiarity with Matlab (alternatively Python or Mathematica) is beneficial for certain exercises.

Lehr- und Lernformen

V+Ü, 3 SWS

Literatur

- Aki and Richards, "Quantitative Seismology", 2003, University Science Books.
- Ben-Menahem and Singh, "Seismic waves and sources", 1981, Springer.
- Dahlen and Tromp, "Theoretical Global Seismology", 1998, Princeton University Press.
- Frank Hadsell, "Tensors of Geophysics for Mavericks and Mongrels", 1995, Society of Exploration Geophysicists.

M

3.238 Modul: Theorie stark korrelierter Elektronensysteme [M-PHYS-106056]**Verantwortung:** Dr. Robert Eder**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Wahl Theorie der Kondensierten Materie\)](#)**Leistungspunkte**
12**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-112245	Theorie stark korrelierter Elektronensysteme	12 LP	Eder

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Qualifikationsziele

The students acquire knowledge about strongly correlated electron systems and understand their basic principles, both on the level of atomic physics for realistic models and on the level of simplified models which are deduced from realistic models and used to discuss various effects in actual solids. The students can apply simple theoretical tools such as variational wave functions, canonical transformations, perturbation theory and Green's functions (the latter only on a very basic level). The students also learn and understand applications of the theory to some important experimental techniques in the field such as photoelectron spectroscopy, X-ray absorption spectroscopy and other types of spectroscopy.

Inhalt

The modul is concerned with the theory of strongly correlated electron systems i.e. solids which contain 3d or 4f transition metal ions. The small radius of the 3d or 4f shells in these elements enhances the Coulomb repulsion between electrons considerably so that one faces a situation where the interaction between particles is the dominant term in the Hamiltonian. The standard theory for electrons in solids therefore loses its validity and a variety of unexpected phenomena are observed. There is no such thing as a universal theory for strongly correlated electron systems, rather there is a variety of theories for approximations to treat different phenomena. The following topics will be addressed: The method of linear combination of atomic orbitals, Coulomb repulsion in atomic shells aka multiplet theory, crystalline electric field effects, Hubbard model and 'classic' approximations, Mott insulators, magnetic exchange and magnetic anisotropy, quantum spin systems, Anderson model and 'classic' approximations, Kondo effekt.

Arbeitsaufwand

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (270 h)

Empfehlungen

Good knowledge of quantum mechanics and statistical physics and basic knowledge of solid state physics is necessary.

Literatur

Will be discussed in the lecture.

M

3.239 Modul: Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen [M-PHYS-105942]**Verantwortung:** Prof. Dr. Anja Metelmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Theorie der Kondensierten Materie \(Wahl Theorie der Kondensierten Materie\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
Zehntelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Semester**Sprache**
Englisch**Level**
4**Version**
1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-112018	Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen	8 LP	Metelmann

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Anwendungsmöglichkeiten von Quantentechnologien und verstehen die Funktionsweise von wichtigen Kernarchitekturen wie z.B. supraleitenden Schaltungen. Die Studierenden verstehen den nachteiligen Einfluss von Dissipation auf die Arbeitsweise und Leistung von Quantentechnologien, und sie lernen mögliche Protokolle zur Vermeidung von Dissipation kennen. Die Studierenden lernen verschiedene Ausleseelemente und -protokolle kennen und verstehen die fundamentalen quantenmechanischen Grenzen von Messungen. Die Studierenden verstehen die relevanten Grundbegriffe im Bereich der supraleitenden Schaltungen, wie z.B. Kavität, Qubit, dispersive Auslese, Fidelität etc., sowie die Grundbegriffe von optomechanischen Architekturen, wie z.B. Seitenbänder, dynamische Rückwirkung, fundamentale Grenzen der Messgenauigkeit etc. Die Studierenden können einfache Probleme im Bereich der offenen Quantensysteme analysieren, strukturieren und formal beschreiben. Zu einfachen Problemen zählen hier ein Zwei-Niveau-System oder eine Mechanische Mode gekoppelt an das Lichtfeld einer Kavität. Die Studierenden können hierzu die Methodik der Heisenberg-Langevin Gleichungen als auch die der Mastergleichung anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die Berechnung von Rauschspektren dieser Beispielsysteme durchzuführen. Die Studierenden lernen die moderne Methodiken der Modellierung offener Quantensysteme kennen, z.B. den Formalismus der Quantentrajektorien, Rückwirkungsprotokolle und Quasi-Verteilungen.

Inhalt

Dieses Modul soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte von modernen Quantentechnologien vermitteln. Es werden verschiedene technologische Architekturen behandelt, z.B. supraleitende Schaltungen als Basis für zukünftige effiziente Rechner, optomechanische Systeme als Grundlage für die Erhöhung der Sensitivität von Kraftsensoren, oder auch spin-basierte Quantenkommunikationssysteme. Im Rahmen des Moduls werden die Grundkonzepte der theoretischen Modellierung von offenen Quantensystemen behandelt, hierbei wird ein Fokus auf die quantenmechanische Messung und Auslese gelegt. Es werden der Einfluß von Dissipation als auch die fundamentale Grenzen der Messgenauigkeit behandelt werden. Das Modul vermittelt einen Überblick über zukünftige Anwendungsmöglichkeiten von Quantentechnologien, und zeigt zugleich die Herausforderungen auf denen diese Technologien gegenüberstehen.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180 h)

Literatur

1. Quantum Measurement and Control, Howard M. Wiseman und Gerard J. Milburn, Cambridge University Press,
2. Statistical Methods in Quantum Optics 1&2, Howard J. Carmichael, Springer,
3. Quantum Machines: Measurement and Control of Engineered Quantum Systems: Lecture Notes of the Les Houches Summer School: Volume 96, July 2011, Oxford University Press

M

3.240 Modul: Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen (NF) [M-PHYS-105943]**Verantwortung:** Prof. Dr. Anja Metelmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Nebenfach / Theorie der Kondensierten Materie](#)

Leistungspunkte 8	Notenskala best./nicht best.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester	Sprache Englisch	Level 4	Version 1
-----------------------------	--	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-112019	Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen (NF)	8 LP	Metelmann

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Anwendungsmöglichkeiten von Quantentechnologien und verstehen die Funktionsweise von wichtigen Kernarchitekturen wie z.B. supraleitenden Schaltungen. Die Studierenden verstehen den nachteiligen Einfluss von Dissipation auf die Arbeitsweise und Leistung von Quantentechnologien, und sie lernen mögliche Protokolle zur Vermeidung von Dissipation kennen. Die Studierenden lernen verschiedene Ausleselemente und -protokolle kennen und verstehen die fundamentalen quantenmechanischen Grenzen von Messungen. Die Studierenden verstehen die relevanten Grundbegriffe im Bereich der supraleitenden Schaltungen, wie z.B. Kavität, Qubit, dispersive Auslese, Fidelität etc., sowie die Grundbegriffe von optomechanische Architekturen, wie z.B. Seitenbänder, dynamische Rückwirkung, fundamentale Grenzen der Messgenauigkeit etc. Die Studierenden können einfache Probleme im Bereich der offenen Quantensysteme analysieren, strukturieren und formal beschreiben. Zu einfachen Problemen zählen hier ein Zwei-Niveau-System oder eine Mechanische Mode gekoppelt an das Lichtfeld einer Kavität. Die Studierenden können hierzu die Methodik der Heisenberg-Langevin Gleichungen als auch die der Mastergleichung anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die Berechnung von Rauschspektren dieser Beispielsysteme durchzuführen. Die Studierenden lernen die moderne Methodiken der Modellierung offener Quantensystemen kennen, z.B. den Formalismus der Quantentrajektorien, Rückwirkungsprotokolle und Quasi-Verteilungen.

Inhalt

Dieses Modul soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte von modernen Quantentechnologien vermitteln. Es werden verschiedene technologische Architekturen behandelt, z.B. supraleitende Schaltungen als Basis für zukünftige effiziente Rechner, optomechanische Systeme als Grundlage für die Erhöhung der Sensitivität von Kraftsensoren, oder auch spin-basierte Quantenkommunikationssysteme. Im Rahmen des Moduls werden die Grundkonzepte der theoretischen Modellierung von offenen Quantensystemen behandelt, hierbei wird ein Fokus auf die quantenmechanische Messung und Auslese gelegt. Es werden der Einfluß von Dissipation als auch die fundamentale Grenzen der Messgenauigkeit behandelt werden. Das Modul vermittelt einen Überblick über zukünftige Anwendungsmöglichkeiten von Quantentechnologien, und zeigt zugleich die Herausforderungen auf denen diese Technologien gegenüberstehen.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 h), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen (180 h)

Literatur

1. Quantum Measurement and Control, Howard M. Wiseman und Gerard J. Milburn, Cambridge University Press,
2. Statistical Methods in Quantum Optics 1&2, Howard J. Carmichael, Springer,
3. Quantum Machines: Measurement and Control of Engineered Quantum Systems: Lecture Notes of the Les Houches Summer School: Volume 96, July 2011, Oxford University Press

M

3.241 Modul: Überfachliche Qualifikationen [M-PHYS-101394]

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [Überfachliche Qualifikationen](#)

Leistungspunkte
4

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Einmalig

Dauer
1 Semester

Level
4

Version
2

Wahl überfachliche Qualifikationen (Wahl: mind. 4 LP)			
T-PHYS-111562	Selbstverbuchung-MScPhysik-benotet	2 LP	Studiendekan Physik
T-PHYS-111565	Selbstverbuchung-MScPhysik-unbenotet	2 LP	Studiendekan Physik

Voraussetzungen

keine

Anmerkungen

Überfachliche Qualifikationen (ÜQ), die am House-of-Competence (HoC), Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft (ZAK) oder am Sprachenzentrum (SpZ) erbracht wurden, können im Selfservice zugeordnet werden. Wählen Sie dazu zunächst in Ihrem Studienablaufplan eine Selbstverbuchungsteilleistung und ordnen Sie dann über den Reiter "ÜQ-Leistungen" eine ÜQ-Leistung zu.

M

3.242 Modul: X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum [M-PHYS-105555]

Verantwortung:	Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach Dr. Svetoslav Stankov
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik (Wahl Optik und Photonik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111156	X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum	8 LP	Baumbach, Stankov

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-105556 - X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, ohne Übungen und ohne Praktikum** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-105557 - X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden werden in die Grundbegriffe der Röntgenphysik und deren Anwendung zur Charakterisierung der Struktur und Dynamik von kristallinen Festkörpern und Nanostrukturen als Vertiefung zu Themen der Wellenoptik, quantenmechanischer Streutheorie, Kristallographie und Festkörperphysik eingeführt. Sie verstehen die physikalischen Grundlagen moderner in Orts-, Frequenz- und Impulsräumen abbildender Röntgenmessmethoden an Laborquellen und Großgeräten (Synchrotronstrahlungsquellen, Freie Elektronenlaser) und können sie anwenden. Die Vorlesung, Übungen und Praktika am KIT-Synchrotron verbinden Theorie, Experimente und Hightech-Instrumentierung mit modernsten Forschungsanwendungen in den Nanowissenschaften. Die Übungen und Praktika befähigen die Studierenden, Röntgenexperimente an Labor- und Großgeräten vorzubereiten und durchzuführen und auf diese Weise mittels konkreter experimenteller Gruppenarbeit das in der Vorlesung gewonnene Wissen anzuwenden.

Inhalt

Einführung in die moderne Röntgenphysik. Die Vorlesung schlägt eine Brücke von den physikalischen Grundlagen zu modernen Röntgenmethoden für Studierende der Physik, Chemie, Materialwissenschaften, Kristallographie & Mineralogie, und gibt einen Überblick über wichtige gegenwärtige Anwendungsfelder:

- Theoretische und experimentelle Grundlagen zur Röntgenphysik, -optik und -analytik, insb. Röntgenstreuung-, beugung und -spektroskopie.
- Moderne Instrumentierung im Röntgenlabor und an Großgeräten (Synchrotron-Facilities, Freie Elektronenlaser).
- Anwendungsbeispiele aus der Kristallographie und den Nanowissenschaften
- Die Übungen enthalten optional die Möglichkeit der betreuten Durchführung von drei Experimenten an modernsten Röntengeräten des KIT-Synchrotrons am KIT CN

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung, Vor- und Nachbereitung der Übungen und des Praktikums (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagen der klassischen Elektrodynamik, Optik, Quantenmechanik und Basiswissen zur Festkörperphysik.

Literatur

- J. Als-Nielsen, D. McMorrow: Elements of Modern X-Ray Physics, John Wiley & Sons, Ltd (2011)
- M. Born und E. Wolf; Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light, Cambridge University Press (2006, 7th edition)
- J. M. Cowley; Diffraction physics, Elsevier (1995)
- H. Kuzmany; Solid-State Spectroscopy, Springer (2009)
- E. Jaeschke, S. Khan, J. R. Schneider and J. B. Hastings: Synchrotron Light Sources and Free-Electron Lasers, Springer (2019)

M

3.243 Modul: X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum (NF) [M-PHYS-105557]

Verantwortung:	Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach Dr. Svetoslav Stankov
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Nebenfach / Kondensierte Materie Physikalisches Nebenfach / Nanophysik Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch/ Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111158	X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum (NF)	8 LP	Baumbach, Stankov

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-105555 - X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-105556 - X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, ohne Übungen und ohne Praktikum** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden werden in die Grundbegriffe der Röntgenphysik und deren Anwendung zur Charakterisierung der Struktur und Dynamik von kristallinen Festkörpern und Nanostrukturen als Vertiefung zu Themen der Wellenoptik, quantenmechanischer Streutheorie, Kristallographie und Festkörperphysik eingeführt. Sie verstehen die physikalischen Grundlagen moderner in Orts-, Frequenz- und Impulsräumen abbildender Röntgenmessmethoden an Laborquellen und Großgeräten (Synchrotronstrahlungsquellen, Freie Elektronenlaser) und können sie anwenden. Die Vorlesung, Übungen und Praktika am KIT-Synchrotron verbinden Theorie, Experimente und Hightech-Instrumentierung mit modernsten Forschungsanwendungen in den Nanowissenschaften. Die Übungen und Praktika befähigen die Studierenden, Röntgenexperimente an Labor- und Großgeräten vorzubereiten und durchzuführen und auf diese Weise mittels konkreter experimenteller Gruppenarbeit das in der Vorlesung gewonnene Wissen anzuwenden

Inhalt

Einführung in die moderne Röntgenphysik. Die Vorlesung schlägt eine Brücke von den physikalischen Grundlagen zu modernen Röntgenmethoden für Studierende der Physik, Chemie, Materialwissenschaften, Kristallographie & Mineralogie, und gibt einen Überblick über wichtige gegenwärtige Anwendungsfelder:

- Theoretische und experimentelle Grundlagen zur Röntgenphysik, -optik und -analytik, insb. Röntgenstreuung-, beugung und -spektroskopie.
- Moderne Instrumentierung im Röntgenlabor und an Großgeräten (Synchrotron-Facilities, Freie Elektronenlaser).
- Anwendungsbeispiele aus der Kristallographie und den Nanowissenschaften
- Die Übungen enthalten optional die Möglichkeit der betreuten Durchführung von drei Experimenten an modernsten Röntgeneräten des KIT-Synchrotrons am KIT CN

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung, Vor- und Nachbereitung der Übungen und des Praktikums (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagen der klassischen Elektrodynamik, Optik, Quantenmechanik und Basiswissen zur Festkörperphysik.

Literatur

- J. Als-Nielsen, D. McMorrow: Elements of Modern X-Ray Physics, John Wiley & Sons, Ltd (2011)
- M. Born und E. Wolf; Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light, Cambridge University Press (2006, 7th edition)
- J. M. Cowley; Diffraction physics, Elsevier (1995)
- H. Kuzmany; Solid-State Spectroscopy, Springer (2009)
- E. Jaeschke, S. Khan, J. R. Schneider and J. B. Hastings: Synchrotron Light Sources and Free-Electron Lasers, Springer (2019)

M

3.244 Modul: X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, ohne Übungen und ohne Praktikum [M-PHYS-105556]

Verantwortung:	Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach Dr. Svetoslav Stankov
Einrichtung:	KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von:	Physikalisches Schwerpunktfach / Kondensierte Materie (Wahl Kondensierte Materie) Physikalisches Schwerpunktfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik (Wahl Optik und Photonik) Physikalisches Ergänzungsfach / Kondensierte Materie Physikalisches Ergänzungsfach / Nanophysik (Wahl Nanophysik) Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	Zehntelnoten	Jedes Wintersemester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111157	X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, ohne Übungen und ohne Praktikum	4 LP	Baumbach, Stankov

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-105555 - X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum** darf nicht begonnen worden sein.
2. Das Modul **M-PHYS-105557 - X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum (NF)** darf nicht begonnen worden sein.

Qualifikationsziele

Die Studierenden werden in die Grundbegriffe der Röntgenphysik und deren Anwendung zur Charakterisierung der Struktur und Dynamik von kristallinen Festkörpern und Nanostrukturen als Vertiefung zu Themen der Wellenoptik, quantenmechanischer Streutheorie, Kristallographie und Festkörperphysik eingeführt. Sie verstehen die physikalischen Grundlagen moderner in Orts-, Frequenz- und Impulsräumen abbildender Röntgenmessmethoden an Laborquellen und Großgeräten (Synchrotronstrahlungsquellen, Freie Elektronenlaser) und können sie anwenden.

Inhalt

Einführung in die moderne Röntgenphysik. Die Vorlesung schlägt eine Brücke von den physikalischen Grundlagen zu modernen Röntgenmethoden für Studierende der Physik, Chemie, Materialwissenschaften, Kristallographie & Mineralogie, und gibt einen Überblick über wichtige gegenwärtige Anwendungsfelder:

- Theoretische und experimentelle Grundlagen zur Röntgenphysik, -optik und -analytik, insb. Röntgenstreuung-, beugung und -spektroskopie.
- Moderne Instrumentierung im Röntgenlabor und an Großgeräten (Synchrotron-Facilities, Freie Elektronenlaser).
- Anwendungsbeispiele aus der Kristallographie und den Nanowissenschaften

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (90 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagen der klassischen Elektrodynamik, Optik, Quantenmechanik und Basiswissen zur Festkörperphysik.

Literatur

- J. Als-Nielsen, D. McMorrow: Elements of Modern X-Ray Physics, John Wiley & Sons, Ltd (2011)
- M. Born und E. Wolf; Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light, Cambridge University Press (2006, 7th edition)
- J. M. Cowley; Diffraction physics, Elsevier (1995)
- H. Kuzmany; Solid-State Spectroscopy, Springer (2009)
- E. Jaeschke, S. Khan, J. R. Schneider and J. B. Hastings: Synchrotron Light Sources and Free-Electron Lasers, Springer (2019)

M**3.245 Modul: X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum [M-PHYS-105558]****Verantwortung:** Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Dr. Svetoslav Stankov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111159	X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum	8 LP	Baumbach, Stankov

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

Die angebotenen Übungen sind als Leistungsnachweis erforderlich. Die Übungen beinhalten die betreute Durchführung eines aus drei möglichen Experimenten an modernsten Röntgengeräten des KIT-Synchrotrons am KIT-CN.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlangen die experimentellen und theoretischen Grundlagen für die Durchführung der Datenakquisition bzw. -interpretation in Hinsicht auf 2D- und 3D-Röntgenbildgebung im Real- und reziproken Raum. Dazu gehören mikroskopische Absorptions- und (nicht-) interferometrische Phasenkontrastbildgebung, diffraktionsverstärkte Beugung, und Streumethoden. Die Vorlesung stellt Verbindungen zu routinemäßigen Anwendungen dieser Methoden in den Lebenswissenschaften und der Festkörperforschung am KIT-Synchrotron her. Die Studierenden wenden das in der Vorlesung gewonnene Wissen in experimenteller Gruppenarbeit an.

Inhalt

Die Vorlesung schlägt eine Brücke von den physikalischen Grundlagen zu modernen Röntgenmethoden für Physiker, Chemiker und Werkstoffwissenschaftler und gibt einen Überblick über wichtige gegenwärtige Anwendungsfelder:

- Theoretische und experimentelle Grundlagen zur Röntgenoptik und Röntgenanalytik, insbesondere Computertomographie, Röntgenmikroskopie, -beugung und -streuung.
- Moderne Instrumentierung im Röntgenlabor und an physikalischen Großgeräten (Synchrotronspeicherringe, Freie Elektronenlaser).
- Anwendungsbeispiele aus der Kristallographie, den Nanowissenschaften und den Lebenswissenschaften.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung, Vor- und Nachbereitung der Übungen und des Praktikums (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagen der klassischen Elektrodynamik, Optik und Basiswissen zur Festkörperphysik.

Literatur

- J. Als-Nielsen, D. McMorrow: Elements of Modern X-Ray Physics, John Wiley & Sons, Ltd (2011)
- M. Born und E. Wolf; Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light, Cambridge University Press (2006, 7th edition)
- J. M. Cowley; Diffraction physics, Elsevier (1995)
- D. M. Paganin, Coherent X-ray Optics, Oxford Science Publications (2006)
- U. Pietsch, V. Holy, T. Baumbach, High-resolution X-ray scattering, Springer NY (2004)

M**3.246 Modul: X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum (NF) [M-PHYS-105560]**

Verantwortung: Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Dr. Svetoslav Stankov

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Nebenfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch/ Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111161	X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum (NF)	8 LP	Baumbach, Stankov

Erfolgskontrolle(n)

Die Studienleistung wird durch erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb erbracht. Die Details werden in der ersten Vorlesung oder beim ersten Übungstermin bekannt gegeben.

Voraussetzungen

Die angebotenen Übungen sind als Leistungsnachweis erforderlich. Die Übungen beinhalten die betreute Durchführung eines aus drei möglichen Experimenten an modernsten Röntgengeräten des KIT-Synchrotrons am KIT-CN.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlangen die experimentellen und theoretischen Grundlagen für die Durchführung der Datenakquisition bzw. -interpretation in Hinsicht auf 2D- und 3D-Röntgenbildgebung im Real- und reziproken Raum. Dazu gehören mikroskopische Absorptions- und (nicht-) interferometrische Phasenkontrastbildgebung, diffraktionsverstärkte Beugung, und Streumethoden. Die Vorlesung stellt Verbindungen zu routinemäßigen Anwendungen dieser Methoden in den Lebenswissenschaften und der Festkörperforschung am KIT-Synchrotron her. Die Studierenden wenden das in der Vorlesung gewonnene Wissen in experimenteller Gruppenarbeit an.

Inhalt

Die Vorlesung schlägt eine Brücke von den physikalischen Grundlagen zu modernen Röntgenmethoden für Physiker, Chemiker und Werkstoffwissenschaftler und gibt einen Überblick über wichtige gegenwärtige Anwendungsfelder:

- Theoretische und experimentelle Grundlagen zur Röntgenoptik und Röntgenanalytik, insbesondere Computertomographie, Röntgenmikroskopie, -beugung und -streuung.
- Moderne Instrumentierung im Röntgenlabor und an physikalischen Großgeräten (Synchrotronspeicherringe, Freie Elektronenlaser).
- Anwendungsbeispiele aus der Kristallographie, den Nanowissenschaften und den Lebenswissenschaften.

Arbeitsaufwand

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung, Vor- und Nachbereitung der Übungen und des Praktikums (180 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagen der klassischen Elektrodynamik, Optik und Basiswissen zur Festkörperphysik.

Literatur

- J. Als-Nielsen, D. McMorrow: Elements of Modern X-Ray Physics, John Wiley & Sons, Ltd (2011)
- M. Born und E. Wolf; Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light, Cambridge University Press (2006, 7th edition)
- J. M. Cowley; Diffraction physics, Elsevier (1995)
- D. M. Paganin, Coherent X-ray Optics, Oxford Science Publications (2006)
- U. Pietsch, V. Holy, T. Baumbach, High-resolution X-ray scattering, Springer NY (2004)

M

3.247 Modul: X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, ohne Übungen und ohne Praktikum [M-PHYS-105559]

Verantwortung: Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Dr. Svetoslav Stankov

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [Physikalisches Schwerpunktfach / Optik und Photonik \(Wahl Optik und Photonik\)](#)
[Physikalisches Ergänzungsfach / Optik und Photonik](#)

Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Sprache	Level	Version
4	Zehntelnoten	Jedes Sommersemester	1 Semester	Deutsch/Englisch	4	1

Pflichtbestandteile			
T-PHYS-111160	X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, ohne Übungen und ohne Praktikum	4 LP	Baumbach, Stankov

Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlangen die experimentellen und theoretischen Grundlagen für die Durchführung der Datenakquisition bzw. -interpretation in Hinsicht auf 2D- und 3D-Röntgenbildgebung im Real- und reziproken Raum. Dazu gehören mikroskopische Absorptions- und (nicht-) interferometrische Phasenkontrastbildgebung, diffraktionsverstärkte Beugung, und Streumethoden. Die Vorlesung stellt Verbindungen zu routinemäßigen Anwendungen dieser Methoden in den Lebenswissenschaften und der Festkörperforschung am KIT-Synchrotron her.

Inhalt

Die Vorlesung schlägt eine Brücke von den physikalischen Grundlagen zu modernen Röntgenmethoden für Physiker, Chemiker und Werkstoffwissenschaftler und gibt einen Überblick über wichtige gegenwärtige Anwendungsfelder:

- Theoretische und experimentelle Grundlagen zur Röntgenoptik und Röntgenanalytik, insbesondere Computertomographie, Röntgenmikroskopie, -beugung und -streuung.
- Moderne Instrumentierung im Röntgenlabor und an physikalischen Großgeräten (Synchrotronspeicherringe, Freie Elektronenlaser).
- Anwendungsbeispiele aus der Kristallographie, den Nanowissenschaften und den Lebenswissenschaften.

Arbeitsaufwand

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (90 Stunden).

Empfehlungen

Grundlagen der klassischen Elektrodynamik, Optik und Basiswissen zur Festkörperphysik.

Literatur

- J. Als-Nielsen, D. McMorrow: Elements of Modern X-Ray Physics, John Wiley & Sons, Ltd (2011)
- M. Born und E. Wolf; Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light, Cambridge University Press (2006, 7th edition)
- J. M. Cowley; Diffraction physics, Elsevier (1995)
- D. M. Paganin, Coherent X-ray Optics, Oxford Science Publications (2006)
- U. Pietsch, V. Holy, T. Baumbach, High-resolution X-ray scattering, Springer NY (2004)

4 Teilleistungen

T

4.1 Teilleistung: Advanced Numerical Weather Prediction [T-PHYS-111429]

Verantwortung: Prof. Dr. Peter Knippertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
4

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Sommersemester

Dauer
1 Sem.

Version
2

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4052051	Advanced Numerical Weather Prediction	2 SWS	Vorlesung (V) / 📱	Knippertz
SS 2021	4052052	Exercises to Advanced Numerical Weather Prediction	1 SWS	Übung (Ü) / 📱	Knippertz, Burba, Borne
SS 2022	4052051	Advanced Numerical Weather Prediction	2 SWS	Vorlesung (V) / 🗣️	Knippertz
SS 2022	4052052	Exercises to Advanced Numerical Weather Prediction	1 SWS	Übung (Ü) / 🗣️	Knippertz, Burba, Borne

Legende: 📱 Online, 🗣️ Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, ✕ Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Students must achieve 50% of the points on the exercise sheets.

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.2 Teilleistung: Allgemeine Relativitätstheorie [T-PHYS-102395]

Verantwortung: Prof. Dr. Frans Klinkhamer
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102319 - Allgemeine Relativitätstheorie](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	10	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4026131	General Relativity	3 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Klinkhamer
SS 2021	4026132	Exercises to General Relativity	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Klinkhamer, Emelyanov
SS 2022	4026131	General Relativity	3 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Klinkhamer
SS 2022	4026132	Exercises to General Relativity	2 SWS	Übung (Ü) / 🔄	Klinkhamer, Emelyanov

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.3 Teilleistung: Allgemeine Relativitätstheorie (NF) [T-PHYS-102446]

Verantwortung: Prof. Dr. Frans Klinkhamer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102320 - Allgemeine Relativitätstheorie \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
10

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4026131	General Relativity	3 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Klinkhamer
SS 2021	4026132	Exercises to General Relativity	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Klinkhamer, Emelyanov
SS 2022	4026131	General Relativity	3 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Klinkhamer
SS 2022	4026132	Exercises to General Relativity	2 SWS	Übung (Ü) / 🔄	Klinkhamer, Emelyanov

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.4 Teilleistung: Allgemeine Relativitätstheorie II [T-PHYS-106678]

Verantwortung: Prof. Dr. Frans Klinkhamer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-103333 - Allgemeine Relativitätstheorie II](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	10	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4026041	General Relativity II, and more	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Klinkhamer, Emelyanov
WS 21/22	4026042	Übungen zu General Relativity II, and more	2 SWS	Übung (Ü) / 	Klinkhamer, Emelyanov

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.5 Teilleistung: Allgemeine Relativitätstheorie II (NF) [T-PHYS-106679]**Verantwortung:** Prof. Dr. Frans Klinkhamer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103334 - Allgemeine Relativitätstheorie II \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
10**Notenskala**
best./ nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4026041	General Relativity II, and more	3 SWS	Vorlesung (V) / ●	Klinkhamer, Emelyanov
WS 21/22	4026042	Übungen zu General Relativity II, and more	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Klinkhamer, Emelyanov

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.6 Teilleistung: Astroteilchenphysik I [T-PHYS-102432]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102075 - Astroteilchenphysik I

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
8

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022011	Astroteilchenphysik I: Dunkle Materie	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin, Schlösser
WS 21/22	4022012	Übungen zur Astroteilchenphysik I: Dunkle Materie	1 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Schlösser
WS 22/23	4022011	Astroteilchenphysik I: Dunkle Materie	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin, Schlösser, Huber, Valerius
WS 22/23	4022012	Übungen zur Astroteilchenphysik I: Dunkle Materie	1 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Schlösser, Huber, Valerius

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.7 Teilleistung: Astroteilchenphysik I (NF) [T-PHYS-104379]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102076 - Astroteilchenphysik I \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022011	Astroteilchenphysik I: Dunkle Materie	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin, Schlösser
WS 21/22	4022012	Übungen zur Astroteilchenphysik I: Dunkle Materie	1 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Schlösser
WS 22/23	4022011	Astroteilchenphysik I: Dunkle Materie	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin, Schlösser, Huber, Valerius
WS 22/23	4022012	Übungen zur Astroteilchenphysik I: Dunkle Materie	1 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Schlösser, Huber, Valerius

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.8 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos [T-PHYS-111343]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Ralph Engel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105683 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos](#)

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
6

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022131	Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Engel, Unger
SS 2021	4022132	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos	2 SWS	Übung (Ü) / 	Engel, Fitoussi
SS 2022	4022131	Astroparticle Physics II - High-energy gamma rays and neutrinos	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Engel, Roth
SS 2022	4022132	Übungen zu Astroparticle Physics II - High-energy gamma rays and neutrinos	2 SWS	Übung (Ü) / 	Engel, Roth

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.9 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos (NF) [T-PHYS-111344]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Ralph Engel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105684 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	6	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022131	Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Engel, Unger
SS 2021	4022132	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos	2 SWS	Übung (Ü) / 	Engel, Fitoussi
SS 2022	4022131	Astroparticle Physics II - High-energy gamma rays and neutrinos	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Engel, Roth
SS 2022	4022132	Übungen zu Astroparticle Physics II - High-energy gamma rays and neutrinos	2 SWS	Übung (Ü) / 	Engel, Roth

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.10 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen [T-PHYS-111346]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Ralph Engel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105686 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022131	Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Engel, Unger
SS 2021	4022132	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos	2 SWS	Übung (Ü) / 	Engel, Fitoussi
SS 2022	4022131	Astroparticle Physics II - High-energy gamma rays and neutrinos	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Engel, Roth
SS 2022	4022132	Übungen zu Astroparticle Physics II - High-energy gamma rays and neutrinos	2 SWS	Übung (Ü) / 	Engel, Roth

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.11 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-111345]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Ralph Engel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105685 - Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos, mit erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022131	Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Engel, Unger
SS 2021	4022132	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Gamma Rays and Neutrinos	2 SWS	Übung (Ü) / 	Engel, Fitoussi
SS 2022	4022131	Astroparticle Physics II - High-energy gamma rays and neutrinos	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Engel, Roth
SS 2022	4022132	Übungen zu Astroparticle Physics II - High-energy gamma rays and neutrinos	2 SWS	Übung (Ü) / 	Engel, Roth

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.12 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen [T-PHYS-105108]

Verantwortung: Prof. Dr. Ralph Engel
Dr. Markus Roth

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102525 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
8

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022041	Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung	2 SWS	Vorlesung (V)	Engel, Veberic
WS 21/22	4022042	Übungen zu Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung	1 SWS	Übung (Ü)	Engel, Stadelmaier
WS 22/23	4022041	Astroparticle Physics II: Cosmic Rays	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Engel, Unger
WS 22/23	4022042	Exercises to Astroparticle Physics II: Cosmic Rays	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Engel, Fitoussi

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.13 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-106317]

Verantwortung: Prof. Dr. Ralph Engel
Dr. Markus Roth

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-103184 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, mit erw. Übungen (NF)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022041	Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung	2 SWS	Vorlesung (V)	Engel, Veberic
WS 21/22	4022042	Übungen zu Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung	1 SWS	Übung (Ü)	Engel, Stadelmaier
WS 22/23	4022041	Astroparticle Physics II: Cosmic Rays	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Engel, Unger
WS 22/23	4022042	Exercises to Astroparticle Physics II: Cosmic Rays	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Engel, Fitoussi

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.14 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen [T-PHYS-102382]

Verantwortung: Prof. Dr. Ralph Engel
Dr. Markus Roth

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102078 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022041	Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung	2 SWS	Vorlesung (V)	Engel, Veberic
WS 21/22	4022042	Übungen zu Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung	1 SWS	Übung (Ü)	Engel, Stadelmaier
WS 22/23	4022041	Astroparticle Physics II: Cosmic Rays	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Engel, Unger
WS 22/23	4022042	Exercises to Astroparticle Physics II: Cosmic Rays	1 SWS	Übung (Ü) / 	Engel, Fitoussi

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.15 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-104380]

Verantwortung: Prof. Dr. Ralph Engel
Dr. Markus Roth

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102082 - Astroteilchenphysik II - Kosmische Strahlung, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022041	Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung	2 SWS	Vorlesung (V)	Engel, Veberic
WS 21/22	4022042	Übungen zu Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung	1 SWS	Übung (Ü)	Engel, Stadelmaier
WS 22/23	4022041	Astroparticle Physics II: Cosmic Rays	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Engel, Unger
WS 22/23	4022042	Exercises to Astroparticle Physics II: Cosmic Rays	1 SWS	Übung (Ü) / 	Engel, Fitoussi

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.16 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen [T-PHYS-105110]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102527 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen](#)

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
8

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022111	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin
SS 2021	4022112	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber
SS 2022	4022111	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin, Schlösser, Hiller
SS 2022	4022112	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber, Hiller

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.17 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-106319]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-103186 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, mit erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022111	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin
SS 2021	4022112	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber
SS 2022	4022111	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin, Schlösser, Hiller
SS 2022	4022112	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber, Hiller

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.18 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen [T-PHYS-102498]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102081 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022111	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin
SS 2021	4022112	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber
SS 2022	4022111	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin, Schlösser, Hiller
SS 2022	4022112	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber, Hiller

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.19 Teilleistung: Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-104383]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102086 - Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022111	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin
SS 2021	4022112	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber
SS 2022	4022111	Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin, Schlösser, Hiller
SS 2022	4022112	Übungen zu Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	2 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber, Hiller

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.20 Teilleistung: Atmospheric Aerosols [T-PHYS-111418]

Verantwortung: Dr. Ottmar Möhler**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Wintersemester**Version**
2

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4052041	Atmospheric Aerosols	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Möhler
WS 21/22	4052042	Exercises to Atmospheric Aerosols	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Möhler, Bogert
WS 22/23	4052041	Atmospheric Aerosols	2 SWS	Vorlesung (V) / ☞	Möhler
WS 22/23	4052042	Exercises to Atmospheric Aerosols	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Möhler, Bogert

Legende: 📺 Online, ☞ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

The students participating in the lecture on Atmospheric Aerosols with Exercises are expected to regularly participate in the Exercises. To pass the course, each student has to submit a solution for at least 50% of all exercises, and to present at least one solution to the tutor and the other participants.

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.21 Teilleistung: Atmospheric Radiation [T-PHYS-111419]

Verantwortung: Dr. Michael Höpfner

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
2

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Version
2

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4052071	Atmospheric Radiation	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Höpfner, Järvinen
WS 22/23	4052071	Atmospheric Radiation	2 SWS	Vorlesung (V) / ☼	Höpfner, Johansson

Legende: ☼ Online, ☼ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Short presentation at the end of the semester

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.22 Teilleistung: Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen [T-PHYS-109904]

Verantwortung: Dr. Axel Bernhard
Prof. Dr. Anke-Susanne Müller

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: **M-PHYS-104869 - Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen**

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
8

Notenskala
Drittelnoten

Turnus
Jedes Wintersemester

Dauer
1 Sem.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4028011	Beschleunigerphysik	4 SWS	Vorlesung (V)	Müller, Bernhard, Härer, Maier
WS 21/22	4028012	Praktische Übungen an KARA zur Beschleunigerphysik	1 SWS	Übung (Ü)	Müller, Härer
WS 22/23	4028011	Beschleunigerphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / ●	Müller, Bernhard, Härer, Reißig
WS 22/23	4028012	Praktische Übungen an KARA zur Beschleunigerphysik	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Müller, Härer

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

T

4.23 Teilleistung: Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-109903]

Verantwortung: Dr. Axel Bernhard
Prof. Dr. Anke-Susanne Müller

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-104870 - Beschleunigerphysik, mit erw. Übungen (NF)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Dauer
1 Sem.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4028011	Beschleunigerphysik	4 SWS	Vorlesung (V)	Müller, Bernhard, Härer, Maier
WS 21/22	4028012	Praktische Übungen an KARA zur Beschleunigerphysik	1 SWS	Übung (Ü)	Müller, Härer
WS 22/23	4028011	Beschleunigerphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / ●	Müller, Bernhard, Härer, Reißig
WS 22/23	4028012	Praktische Übungen an KARA zur Beschleunigerphysik	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Müller, Härer

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

T

4.24 Teilleistung: Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen [T-PHYS-109905]

Verantwortung: Dr. Axel Bernhard
Prof. Dr. Anke-Susanne Müller

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104871 - Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Jedes Wintersemester	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4028011	Beschleunigerphysik	4 SWS	Vorlesung (V)	Müller, Bernhard, Härer, Maier
WS 22/23	4028011	Beschleunigerphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / ●	Müller, Bernhard, Härer, Reißig

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

T

4.25 Teilleistung: Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-109906]

Verantwortung: Dr. Axel Bernhard
Prof. Dr. Anke-Susanne Müller

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104872 - Beschleunigerphysik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Dauer
1 Sem.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4028011	Beschleunigerphysik	4 SWS	Vorlesung (V)	Müller, Bernhard, Härer, Maier
WS 22/23	4028011	Beschleunigerphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / ●	Müller, Bernhard, Härer, Reißig

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

T

4.26 Teilleistung: Climate Modeling & Dynamics with ICON [T-PHYS-111412]

Verantwortung: Prof. Dr. Joaquim José Ginete Werner Pinto

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
4

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Version
2

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4052151	Climate Modeling & Dynamics with ICON	2 SWS	Vorlesung (V) / ☞	Ginete Werner Pinto, Ludwig
WS 21/22	4052152	Exercises to Climate Modeling & Dynamics with ICON	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Ginete Werner Pinto, Lemburg, Breil
WS 22/23	4052151	Climate Modeling & Dynamics with ICON	2 SWS	Vorlesung (V) / ☞	Ginete Werner Pinto, Ludwig
WS 22/23	4052152	Exercises to Climate Modeling & Dynamics with ICON	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Ginete Werner Pinto, Ludwig, Pothapakula

Legende: ☞ Online, ☞ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Successful participation in the excises.

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.27 Teilleistung: Cloud Physics [T-PHYS-111416]

Verantwortung: Prof. Dr. Corinna Hoose**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Wintersemester**Version**
2

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4052081	Cloud Physics	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Hoose
WS 21/22	4052082	Exercises to Cloud Physics	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Hoose, Jung
WS 22/23	4052081	Cloud Physics	2 SWS	Vorlesung (V) / ☼	Hoose, Le Roy de Bonneville, Frey, Oertel
WS 22/23	4052082	Exercises to Cloud Physics	1 SWS	Übung (Ü) / ☼	Wallentin, Hoose

Legende: ☼ Online, ☼ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

At least 50% of the points of the exercises have to be reached. At least once, a solution to one of the exercises has to be presented in class.

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.28 Teilleistung: Computational Condensed Matter Physics [T-PHYS-109895]

Verantwortung: Prof. Dr. Wolfgang Wenzel
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-104862 - Computational Condensed Matter Physics](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	12	Drittelnoten	Unregelmäßig	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4023161	Computational Condensed Matter Physics	4 SWS	Vorlesung (V) / 📱	Wenzel
SS 2021	4023162	Übungen zu Computational Condensed Matter Physics	2 SWS	Übung (Ü) / 📱	Wenzel
SS 2022	4023161	Computational Condensed Matter Physics	4 SWS	Vorlesung (V) / 🗣️	Wenzel
SS 2022	4023162	Übungen zu Computational Condensed Matter Physics	2 SWS	Übung (Ü) / 🗣️	Wenzel

Legende: 📱 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, ✕ Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Kenntnisse der Quantenmechanik und Festkörpertheorie.

T

4.29 Teilleistung: Computational Condensed Matter Physics (NF) [T-PHYS-109894]

Verantwortung: Prof. Dr. Wolfgang Wenzel
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-104863 - Computational Condensed Matter Physics \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Version
Studienleistung	12	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4023161	Computational Condensed Matter Physics	4 SWS	Vorlesung (V) / 📱	Wenzel
SS 2021	4023162	Übungen zu Computational Condensed Matter Physics	2 SWS	Übung (Ü) / 📱	Wenzel
SS 2022	4023161	Computational Condensed Matter Physics	4 SWS	Vorlesung (V) / 🗣️	Wenzel
SS 2022	4023162	Übungen zu Computational Condensed Matter Physics	2 SWS	Übung (Ü) / 🗣️	Wenzel

Legende: 📱 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, x Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Kenntnisse der Quantenmechanik und Festkörpertheorie.

T

4.30 Teilleistung: Computational Methods for Particle Physics and Cosmology [T-PHYS-112378]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Felix Kahlhöfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-106117 - Computational Methods for Particle Physics and Cosmology](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4025061	Computational Methods for Particle Physics and Cosmology	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Kahlhöfer
WS 22/23	4025062	Übungen zu Computational methods for particle physics and cosmology	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Kahlhöfer, Gonzalo, Morandini

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

T

4.31 Teilleistung: Computational Methods for Particle Physics and Cosmology (NF) [T-PHYS-112379]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Felix Kahlhöfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-106118 - Computational Methods for Particle Physics and Cosmology \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	6	best./nicht best.	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4025061	Computational Methods for Particle Physics and Cosmology	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Kahlhöfer
WS 22/23	4025062	Übungen zu Computational methods for particle physics and cosmology	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Kahlhöfer, Gonzalo, Morandini

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T**4.32 Teilleistung: Computational Photonics, with ext. Exercises [T-PHYS-103633]**

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101933 - Computational Photonics, with ext. Exercises](#)

Teilleistungsart Prüfungsleistung mündlich	Leistungspunkte 8	Notenskala Drittelnoten	Turnus Unregelmäßig	Version 1
--	-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	---------------------

Voraussetzungen
keine

T**4.33 Teilleistung: Computational Photonics, with ext. Exercises (NF) [T-PHYS-106132]**

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-103090 - Computational Photonics, with ext. Exercises \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen
keine

T**4.34 Teilleistung: Computational Photonics, without ext. Exercises [T-PHYS-106131]****Verantwortung:** Prof. Dr. Carsten Rockstuhl**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103089 - Computational Photonics, without ext. Exercises](#)

Teilleistungsart Prüfungsleistung mündlich	Leistungspunkte 6	Notenskala Drittelnoten	Turnus Unregelmäßig	Version 1
--	-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	---------------------

T**4.35 Teilleistung: Computational Photonics, without ext. Exercises (NF) [T-PHYS-106326]****Verantwortung:** Prof. Dr. Carsten Rockstuhl**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103193 - Computational Photonics, without ext. Exercises \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	6	best./nicht best.	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen

keine

T

4.36 Teilleistung: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen [T-PHYS-102378]

Verantwortung: Dr. Frank Hartmann
Prof. Dr. Ulrich Husemann
Prof. Dr. Markus Klute

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102121 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022071	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Vorlesung (V)	Hartmann, NN
WS 21/22	4022072	Übungen zu Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü)	Hartmann, NN
WS 22/23	4022071	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Hartmann, Klute
WS 22/23	4022072	Übungen zu Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Hartmann, Klute

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T 4.37 Teilleistung: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-102431]

Verantwortung: Dr. Frank Hartmann
 Prof. Dr. Ulrich Husemann
 Prof. Dr. Markus Klute

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102122 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022071	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Vorlesung (V)	Hartmann, NN
WS 21/22	4022072	Übungen zu Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü)	Hartmann, NN
WS 22/23	4022071	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Vorlesung (V) /	Hartmann, Klute
WS 22/23	4022072	Übungen zu Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü) /	Hartmann, Klute

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen
keine

T

4.38 Teilleistung: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen [T-PHYS-104453]

Verantwortung: Dr. Frank Hartmann
Prof. Dr. Ulrich Husemann
Prof. Dr. Markus Klute

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102119 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022071	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Vorlesung (V)	Hartmann, NN
WS 21/22	4022072	Übungen zu Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü)	Hartmann, NN
WS 22/23	4022071	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Hartmann, Klute
WS 22/23	4022072	Übungen zu Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Hartmann, Klute

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.39 Teilleistung: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-104454]

Verantwortung: Dr. Frank Hartmann
Prof. Dr. Ulrich Husemann
Prof. Dr. Markus Klute

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102120 - Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	6	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022071	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Vorlesung (V)	Hartmann, NN
WS 21/22	4022072	Übungen zu Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü)	Hartmann, NN
WS 22/23	4022071	Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Hartmann, Klute
WS 22/23	4022072	Übungen zu Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Hartmann, Klute

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.40 Teilleistung: Dynamik des Standardmodells, mit Übungen [T-PHYS-110878]

Verantwortung: Prof. Dr. Kirill Melnikov
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-105389 - Dynamik des Standardmodells, mit Übungen](#)

Teilleistungsart Prüfungsleistung mündlich	Leistungspunkte 12	Notenskala Drittelnoten	Dauer 1 Sem.	Version 1
--	------------------------------	-----------------------------------	------------------------	---------------------

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Gute Kenntnisse in Quantenfeldtheorie, mindestens auf dem Level von TTP1

T

4.41 Teilleistung: Dynamik des Standardmodells, mit Übungen (NF) [T-PHYS-110879]**Verantwortung:** Prof. Dr. Kirill Melnikov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105390 - Dynamik des Standardmodells, mit Übungen \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
12**Notenskala**
best./nicht best.**Dauer**
1 Sem.**Version**
1**Erfolgskontrolle(n)**

Es müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

T**4.42 Teilleistung: Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten [T-PHYS-102480]**

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101397 - Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	15	best./nicht best.	1

Voraussetzungen
keine

T

4.43 Teilleistung: Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen [T-PHYS-105963]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102987 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	10	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4026171	Introduction to Flavour Physics	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Nierste
SS 2021	4026172	Übungen zu Introduction to Flavour Physics	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nierste, Ziegler, Shtabovenko

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.44 Teilleistung: Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen (NF) [T-PHYS-106322]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103189 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
10**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4026171	Introduction to Flavour Physics	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Nierste
SS 2021	4026172	Übungen zu Introduction to Flavour Physics	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nierste, Ziegler, Shtabovenko

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.45 Teilleistung: Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen [T-PHYS-105962]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102986 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	12	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4026171	Introduction to Flavour Physics	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Nierste
SS 2021	4026172	Übungen zu Introduction to Flavour Physics	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nierste, Ziegler, Shtabovenko

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.46 Teilleistung: Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen (NF) [T-PHYS-106321]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-103188 - Einführung in die Flavourphysik, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	12	best./nicht best.	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4026171	Introduction to Flavour Physics	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Nierste
SS 2021	4026172	Übungen zu Introduction to Flavour Physics	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nierste, Ziegler, Shtabovenko

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.47 Teilleistung: Einführung in die Kosmologie [T-PHYS-102384]**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102175 - Einführung in die Kosmologie](#)**Teilleistungsart**
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
Drittelnoten**Turnus**
Jedes Wintersemester**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022021	Einführung in die Kosmologie	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin
WS 21/22	4022022	Übungen zur Einführung in die Kosmologie	1 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber
WS 22/23	4022021	Einführung in die Kosmologie	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin, Huber
WS 22/23	4022022	Übungen zur Einführung in die Kosmologie	1 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.48 Teilleistung: Einführung in die Kosmologie (NF) [T-PHYS-102433]**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102176 - Einführung in die Kosmologie \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Wintersemester**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022021	Einführung in die Kosmologie	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin
WS 21/22	4022022	Übungen zur Einführung in die Kosmologie	1 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber
WS 22/23	4022021	Einführung in die Kosmologie	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Drexlin, Huber
WS 22/23	4022022	Übungen zur Einführung in die Kosmologie	1 SWS	Übung (Ü) / 	Drexlin, Huber

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.49 Teilleistung: Einführung in die Theoretische Kosmologie [T-PHYS-109887]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Felix Kahlhöfer
Prof. Dr. Thomas Schwetz-Mangold

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104855 - Einführung in die Theoretische Kosmologie](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4022201	Einführung in die Theoretische Kosmologie	3 SWS	Vorlesung (V) / ●	Kahlhöfer
SS 2022	4022202	Übungen zu Einführung in die Theoretische Kosmologie	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Kahlhöfer, Bansal

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundkenntnisse in Allgemeiner Relativitätstheorie sind empfehlenswert, es werden aber alle benötigten Konzepte eingeführt. Elementare Kenntnisse der Teilchenphysik sind hilfreich.

T

4.50 Teilleistung: Einführung in die Theoretische Kosmologie (NF) [T-PHYS-109888]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Felix Kahlhöfer
Prof. Dr. Thomas Schwetz-Mangold

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104856 - Einführung in die Theoretische Kosmologie \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4022201	Einführung in die Theoretische Kosmologie	3 SWS	Vorlesung (V) / ●	Kahlhöfer
SS 2022	4022202	Übungen zu Einführung in die Theoretische Kosmologie	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Kahlhöfer, Bansal

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundkenntnisse in Allgemeiner Relativitätstheorie sind empfehlenswert, es werden aber alle benötigten Konzepte eingeführt. Elementare Kenntnisse der Teilchenphysik sind hilfreich.

T

4.51 Teilleistung: Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen [T-PHYS-104536]

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102221 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	10	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4026021	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	3 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Gieseke
WS 21/22	4026022	Übungen zu Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü)	Gieseke, Borschensky
WS 22/23	4026021	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	3 SWS	Vorlesung (V) / 🟡	Steinhauser
WS 22/23	4026022	Übungen zu Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü) / 🟡	Steinhauser, Zhang, Egner

Legende: 🟡 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 🟡 Präsenz, x Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.52 Teilleistung: Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-104791]

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102424 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
10

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4026021	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	3 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Gieseke
WS 21/22	4026022	Übungen zu Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü)	Gieseke, Borschensky
WS 22/23	4026021	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	3 SWS	Vorlesung (V) / 🗨️	Steinhauser
WS 22/23	4026022	Übungen zu Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü) / 🗨️	Steinhauser, Zhang, Egner

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 🗨️ Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.53 Teilleistung: Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen [T-PHYS-104792]

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102425 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4026021	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	3 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Gieseke
WS 21/22	4026022	Übungen zu Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü)	Gieseke, Borschensky
WS 22/23	4026021	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	3 SWS	Vorlesung (V) / 🟡	Steinhauser
WS 22/23	4026022	Übungen zu Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü) / 🟡	Steinhauser, Zhang, Egner

Legende: 🟡 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 🟡 Präsenz, x Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.54 Teilleistung: Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-104793]

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102426 - Einführung in die Theoretische Teilchenphysik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4026021	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	3 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Gieseke
WS 21/22	4026022	Übungen zu Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü)	Gieseke, Borschensky
WS 22/23	4026021	Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	3 SWS	Vorlesung (V) / 🟡	Steinhauser
WS 22/23	4026022	Übungen zu Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	2 SWS	Übung (Ü) / 🟡	Steinhauser, Zhang, Egnér

Legende: 🟡 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 🟡 Präsenz, x Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.55 Teilleistung: Einführung in die Vulkanologie, Prüfung [T-PHYS-103644]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101866 - Einführung in die Vulkanologie, benotet](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung anderer Art	1	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4060251	Introduction to Volcanology	1 SWS	Vorlesung (V) / 	Gottschämmer, Rietbrock
SS 2021	4060252	Exercises to Introduction to Volcanology	1 SWS	Übung (Ü) / 	Gottschämmer, Rietbrock

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

Erfolgreiche Teilnahme an "Einführung in die Vulkanologie, Studienleistung"

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-PHYS-103553 - Einführung in die Vulkanologie, Studienleistung](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

T

4.56 Teilleistung: Einführung in die Vulkanologie, Studienleistung [T-PHYS-103553]**Verantwortung:** Prof. Dr. Thomas Bohlen**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-101866 - Einführung in die Vulkanologie, benotet](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
3**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4060251	Introduction to Volcanology	1 SWS	Vorlesung (V) / 	Gottschämmer, Rietbrock
SS 2021	4060252	Exercises to Introduction to Volcanology	1 SWS	Übung (Ü) / 	Gottschämmer, Rietbrock

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.57 Teilleistung: Elektronenmikroskopie I, mit Übungen [T-PHYS-105965]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102989 - Elektronenmikroskopie I, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4027011	Elektronenmikroskopie I	2 SWS	Vorlesung (V)	Eggeler
WS 21/22	4027012	Übungen zu Elektronenmikroskopie I	2 SWS	Übung (Ü)	Eggeler
WS 22/23	4027011	Elektronenmikroskopie I	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Eggeler
WS 22/23	4027012	Übungen zu Elektronenmikroskopie I	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Eggeler

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.58 Teilleistung: Elektronenmikroskopie I, mit Übungen (NF) [T-PHYS-105968]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102991 - Elektronenmikroskopie I, mit Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4027011	Elektronenmikroskopie I	2 SWS	Vorlesung (V)	Eggeler
WS 21/22	4027012	Übungen zu Elektronenmikroskopie I	2 SWS	Übung (Ü)	Eggeler
WS 22/23	4027011	Elektronenmikroskopie I	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Eggeler
WS 22/23	4027012	Übungen zu Elektronenmikroskopie I	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Eggeler

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.59 Teilleistung: Elektronenmikroskopie I, ohne Übungen [T-PHYS-105967]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102990 - Elektronenmikroskopie I, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4027011	Elektronenmikroskopie I	2 SWS	Vorlesung (V)	Eggeler
WS 22/23	4027011	Elektronenmikroskopie I	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Eggeler

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.60 Teilleistung: Elektronenmikroskopie II, mit Übungen [T-PHYS-102349]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102227 - Elektronenmikroskopie II, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4027021	Elektronenmikroskopie II	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Eggeler
SS 2021	4027022	Übungen zu Elektronenmikroskopie II	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Eggeler
SS 2022	4027021	Elektronenmikroskopie II	2 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Eggeler
SS 2022	4027022	Übungen zu Elektronenmikroskopie II	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Eggeler

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 📺 Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.61 Teilleistung: Elektronenmikroskopie II, mit Übungen (NF) [T-PHYS-106306]**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103172 - Elektronenmikroskopie II, mit Übungen \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4027021	Elektronenmikroskopie II	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Eggeler
SS 2021	4027022	Übungen zu Elektronenmikroskopie II	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Eggeler
SS 2022	4027021	Elektronenmikroskopie II	2 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Eggeler
SS 2022	4027022	Übungen zu Elektronenmikroskopie II	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Eggeler

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 📺 Präsenz, ✖ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.62 Teilleistung: Elektronenmikroskopie II, ohne Übungen [T-PHYS-105817]

Verantwortung: TT-Prof. Dr. Yolita Eggeler
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102844 - Elektronenmikroskopie II, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4027021	Elektronenmikroskopie II	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Eggeler
SS 2022	4027021	Elektronenmikroskopie II	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Eggeler

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.63 Teilleistung: Elektronik für Physiker [T-PHYS-104479]

Verantwortung: Dr. Klaus Rabbertz
Prof. Dr. Marc Weber

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102184 - Elektronik für Physiker

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
10

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022061	Elektronik für Physiker (Analogelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V)	Weber
WS 21/22	4022066	Elektronik für Physiker (Digitalelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V)	Weber, Feldbusch
WS 21/22	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / ●	Rabbertz
WS 22/23	4022061	Elektronik für Physiker (Analogelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	NN
WS 22/23	4022066	Elektronik für Physiker (Digitalelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	NN
WS 22/23	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / ●	Rabbertz

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.64 Teilleistung: Elektronik für Physiker (NF) [T-PHYS-104480]

Verantwortung: Dr. Klaus Rabbertz
Prof. Dr. Marc Weber

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102185 - Elektronik für Physiker (NF)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
10

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022061	Elektronik für Physiker (Analogelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V)	Weber
WS 21/22	4022066	Elektronik für Physiker (Digitalelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V)	Weber, Feldbusch
WS 21/22	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / ●	Rabbertz
WS 22/23	4022061	Elektronik für Physiker (Analogelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	NN
WS 22/23	4022066	Elektronik für Physiker (Digitalelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	NN
WS 22/23	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / ●	Rabbertz

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.65 Teilleistung: Elektronik für Physiker: Analogelektronik [T-PHYS-104475]

Verantwortung: Dr. Klaus Rabbertz
Prof. Dr. Marc Weber

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102179 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
6

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022061	Elektronik für Physiker (Analogelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V)	Weber
WS 21/22	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / 	Rabbertz
WS 22/23	4022061	Elektronik für Physiker (Analogelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V) / 	NN
WS 22/23	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / 	Rabbertz

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.66 Teilleistung: Elektronik für Physiker: Analogelektronik (NF) [T-PHYS-104476]

Verantwortung: Dr. Klaus Rabbertz
Prof. Dr. Marc Weber

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102180 - Elektronik für Physiker: Analogelektronik (NF)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022061	Elektronik für Physiker (Analogelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V)	Weber
WS 21/22	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / ●	Rabbertz
WS 22/23	4022061	Elektronik für Physiker (Analogelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	NN
WS 22/23	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / ●	Rabbertz

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.67 Teilleistung: Elektronik für Physiker: Digitalelektronik [T-PHYS-104477]

Verantwortung: Dr. Klaus Rabbertz
Prof. Dr. Marc Weber

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102182 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
6

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022066	Elektronik für Physiker (Digitalelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V)	Weber, Feldbusch
WS 21/22	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / ●	Rabbertz
WS 22/23	4022066	Elektronik für Physiker (Digitalelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	NN
WS 22/23	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / ●	Rabbertz

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.68 Teilleistung: Elektronik für Physiker: Digitalelektronik (NF) [T-PHYS-104478]

Verantwortung: Dr. Klaus Rabbertz
Prof. Dr. Marc Weber

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102183 - Elektronik für Physiker: Digitalelektronik (NF)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022066	Elektronik für Physiker (Digitalelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V)	Weber, Feldbusch
WS 21/22	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / ●	Rabbertz
WS 22/23	4022066	Elektronik für Physiker (Digitalelektronik)	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	NN
WS 22/23	4022067	Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker	4 SWS	Praktikum (P) / ●	Rabbertz

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.69 Teilleistung: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen [T-PHYS-102577]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer
Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102089 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	10	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021011	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Le Tacon, Willke
WS 21/22	4021012	Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	1 SWS	Übung (Ü)	Le Tacon, Willke
WS 22/23	4021011	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Le Tacon, Willke
WS 22/23	4021012	Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	1 SWS	Übung (Ü) / 	Le Tacon, Willke

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.70 Teilleistung: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen (NF) [T-PHYS-102575]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer
Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102087 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	10	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021011	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Le Tacon, Willke
WS 21/22	4021012	Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	1 SWS	Übung (Ü)	Le Tacon, Willke
WS 22/23	4021011	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Le Tacon, Willke
WS 22/23	4021012	Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	1 SWS	Übung (Ü) / 	Le Tacon, Willke

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.71 Teilleistung: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen [T-PHYS-102578]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
 Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer
 Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102090 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021011	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Le Tacon, Willke
WS 22/23	4021011	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Le Tacon, Willke

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.72 Teilleistung: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen [T-PHYS-104422]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Dr. Johannes Rotzinger
Prof. Dr. Alexey Ustinov
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102108 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021111	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Le Tacon, Weber
SS 2021	4021112	Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Le Tacon, Weber
SS 2022	4021111	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ustinov
SS 2022	4021112	Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Ustinov, Fischer

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.73 Teilleistung: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen (NF) [T-PHYS-104420]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Dr. Johannes Rotzinger
Prof. Dr. Alexey Ustinov
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102106 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021111	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Le Tacon, Weber
SS 2021	4021112	Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Le Tacon, Weber
SS 2022	4021111	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ustinov
SS 2022	4021112	Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Ustinov, Fischer

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.74 Teilleistung: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen [T-PHYS-104423]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
 Dr. Johannes Rotzinger
 Prof. Dr. Alexey Ustinov
 Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102109 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021111	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	2 SWS	Vorlesung (V) / 📱	Le Tacon, Weber
SS 2022	4021111	Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	2 SWS	Vorlesung (V) / 🗣️	Ustinov

Legende: 📱 Online, 🗣️ Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, x Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.75 Teilleistung: Energetics [T-PHYS-111417]**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Fink**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
2**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Wintersemester**Version**
2

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4052131	Energetics	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Fink
WS 22/23	4052131	Energetics	2 SWS	Vorlesung (V) / ☼	Fink

Legende: ☼ Online, ☼ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Active participation

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.76 Teilleistung: Energy Meteorology [T-PHYS-111428]

- Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Stefan Emeis
Prof. Dr. Joaquim José Ginete Werner Pinto
- Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik
- Bestandteil von:** M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	2	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	2

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4052191	Energy Meteorology	2 SWS	Vorlesung (V) / 📱	Emeis, Schroedter-Homscheidt, Ginete Werner Pinto
SS 2022	4052191	Energy Meteorology	2 SWS	Vorlesung (V) / 🗣️	Emeis, Schroedter-Homscheidt, Ginete Werner Pinto

Legende: 📱 Online, 🗣️ Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, x Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

The students work in small groups on a task chosen at the beginning of the course on the topics of wind, solar or electricity grids. At the end, each student presents his or her results in a short presentation (max. 5 slides) followed by a discussion.

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T**4.77 Teilleistung: Exam on Selected Topics in Meteorology (Second Major) [T-PHYS-109380]****Verantwortung:** Prof. Dr. Corinna Hoose**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology \(Second Major, graded\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	Jedes Semester	3

Erfolgskontrolle(n)

Oral Exam

Voraussetzungen

Lehrangebote im Umfang von mindestens 10 LP aus dem Wahlangebot des Moduls müssen Bestandteil der mündlichen Prüfung sein.

T

4.78 Teilleistung: Experimentelle Biophysik II, mit Seminar [T-PHYS-102532]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nienhaus**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-102165 - Experimentelle Biophysik II, mit Seminar**Teilleistungsart**
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**
14**Notenskala**
Drittelnoten**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4020121	Experimentelle Biophysik IIa	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus
SS 2021	4020122	Übungen zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nienhaus, Guigas
SS 2021	4020124	Seminar zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Seminar (S) / 	Nienhaus, Guigas
SS 2021	4020125	Experimentelle Biophysik IIb	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus
SS 2022	4020121	Experimentelle Biophysik IIa	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus
SS 2022	4020122	Übungen zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nienhaus, Guigas
SS 2022	4020124	Seminar zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Seminar (S) / 	Nienhaus, Guigas
SS 2022	4020125	Experimentelle Biophysik IIb	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.79 Teilleistung: Experimentelle Biophysik II, mit Seminar (NF) [T-PHYS-102533]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nienhaus**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102166 - Experimentelle Biophysik II, mit Seminar \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
14**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4020121	Experimentelle Biophysik IIa	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus
SS 2021	4020122	Übungen zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nienhaus, Guigas
SS 2021	4020124	Seminar zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Seminar (S) / 	Nienhaus, Guigas
SS 2021	4020125	Experimentelle Biophysik IIb	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus
SS 2022	4020121	Experimentelle Biophysik IIa	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus
SS 2022	4020122	Übungen zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nienhaus, Guigas
SS 2022	4020124	Seminar zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Seminar (S) / 	Nienhaus, Guigas
SS 2022	4020125	Experimentelle Biophysik IIb	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.80 Teilleistung: Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar [T-PHYS-104471]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nienhaus
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102167 - Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	12	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4020121	Experimentelle Biophysik IIa	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus
SS 2021	4020122	Übungen zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nienhaus, Guigas
SS 2021	4020125	Experimentelle Biophysik IIb	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus
SS 2022	4020121	Experimentelle Biophysik IIa	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus
SS 2022	4020122	Übungen zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nienhaus, Guigas
SS 2022	4020125	Experimentelle Biophysik IIb	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nienhaus

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.81 Teilleistung: Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar (NF) [T-PHYS-104472]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nienhaus**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102168 - Experimentelle Biophysik II, ohne Seminar \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
12**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4020121	Experimentelle Biophysik IIa	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Nienhaus
SS 2021	4020122	Übungen zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Nienhaus, Guigas
SS 2021	4020125	Experimentelle Biophysik IIb	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Nienhaus
SS 2022	4020121	Experimentelle Biophysik IIa	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Nienhaus
SS 2022	4020122	Übungen zu Experimentelle Biophysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Nienhaus, Guigas
SS 2022	4020125	Experimentelle Biophysik IIb	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Nienhaus

Legende: 📺 Online, 📺📺 Präsenz/Online gemischt, 📺 Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.82 Teilleistung: Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen [T-PHYS-110880]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gudrun Heinrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105391 - Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	1 Sem.	1

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

Voraussetzungen

keine

T

4.83 Teilleistung: Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen (NF) [T-PHYS-110882]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-105393 - Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, mit Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Studienleistung	6	best./nicht best.	1 Sem.	1

Erfolgskontrolle(n)

Es müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

T

4.84 Teilleistung: Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, ohne Übungen [T-PHYS-110881]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gudrun Heinrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105392 - Farbige Schleifen: Einführung in die Quantenchromodynamik und Schleifenrechnungen, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	1 Sem.	1

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

Voraussetzungen

keine

T

4.85 Teilleistung: Festkörperspektroskopie, mit Übungen [T-PHYS-110292]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Dr. Frank Weber

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105074 - Festkörperspektroskopie, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Unregelmäßig	1 Sem.	1

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, sowie der Thermodynamik und Statistischen Physik werden vorausgesetzt.

T

4.86 Teilleistung: Field Theories of Condensed Matter: Conformal Field Theory [T-PHYS-109320]

Verantwortung: Dr. Igor Gornyi
Dr. Boris Narozhnyy

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104548 - Field Theories of Condensed Matter: Conformal Field Theory](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Unregelmäßig	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4024151	Field Theories of Condensed Matter: Conformal Field Theory	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Gornyi, Narozhnyy, Snizhko
SS 2021	4024152	Übungen zu Field Theories of Condensed Matter: Conformal Field Theory	1 SWS	Übung (Ü) / 	Gornyi, Narozhnyy, Snizhko

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.87 Teilleistung: Flavour Physics in the Standard Model and beyond [T-PHYS-110281]

Verantwortung: Dr. Monika Blanke
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105064 - Flavour Physics in the Standard Model and beyond](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4026181	Flavour physics in the Standard Model and beyond	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Blanke, Nierste

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

Empfehlungen

Grundkenntnisse des Standardmodells der Teilchenphysik, insbesondere der starken und schwachen Wechselwirkung sowie des Yukawa-Sektors, z.B. aus der Vorlesung "Einführung in die Theoretische Teilchenphysik". Es wird empfohlen, parallel die Vorlesung zur experimentellen Flavourphysik zu besuchen.

T

4.88 Teilleistung: Full-waveform inversion [T-PHYS-109272]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Dr. Thomas Hertweck

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104522 - Full-waveform Inversion, unbenotet](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4060181	Full-waveform inversion	2 SWS	Vorlesung (V) / ☞	Bohlen, Hertweck, Houpt
WS 21/22	4060182	Exercises on Full-waveform inversion	1 SWS	Übung (Ü) / ☞	Bohlen, NN
WS 22/23	4060181	Full-waveform inversion	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Bohlen, Gao
WS 22/23	4060182	Exercises on Full-waveform inversion	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Bohlen, Gao

Legende: ☞ Online, ☞ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.89 Teilleistung: Geological Hazards and Risk [T-PHYS-103525]

Verantwortung: Dr. Andreas Schäfer
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101833 - Naturgefahren und Risiken](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung anderer Art	8	Drittelnoten	Jedes Wintersemester	2

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4060121	Geological Hazards and Risk	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Gottschämmer, Schäfer
WS 21/22	4060122	Exercises on Geological Hazards and Risk	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Gottschämmer, Schäfer

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.90 Teilleistung: Geological Hazards and Risk, unbenotet [T-PHYS-110713]**Verantwortung:** Dr. Andreas Schäfer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105279 - Naturgefahren und Risiken, unbenotet](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Wintersemester**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4060121	Geological Hazards and Risk	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Gottschämmer, Schäfer
WS 21/22	4060122	Exercises on Geological Hazards and Risk	2 SWS	Übung (Ü) / 	Gottschämmer, Schäfer

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

**4.91 Teilleistung: Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential
mediterraner Vulkane, Prüfung [T-PHYS-103674]****Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Joachim Ritter**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-101873 - Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane, benotet](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Drittelnoten	1

Voraussetzungen

Erfolgreiche Teilnahme an der Teilleistung T-PHYS-103572 - Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane, Studienleistung

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-PHYS-103572 - Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane, Studienleistung](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

T

**4.92 Teilleistung: Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential
mediterraner Vulkane, Studienleistung [T-PHYS-103572]****Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Joachim Ritter**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-101873 - Geophysikalische Bewertung und Gefährdungspotential mediterraner Vulkane, benotet](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Erfolgskontrolle(n)

See module

Voraussetzungen

Exam: Introduction to Volcanology (each summer semester at GPI), or equivalent

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-PHYS-103553 - Einführung in die Vulkanologie, Studienleistung](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

T**4.93 Teilleistung: Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, Prüfung [T-PHYS-103673]****Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Joachim Ritter**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-101952 - Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, benotet](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung anderer Art	1	Drittelnoten	1

Voraussetzungen

Erfolgreiche Teilnahme an der Teilleistung T-PHYS-103571 - Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, Studienleistung

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-PHYS-103571 - Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, Studienleistung](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

T

4.94 Teilleistung: Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, Studienleistung [T-PHYS-103571]**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Joachim Ritter**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-101872 - Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, unbenotet](#)
[M-PHYS-101952 - Geophysikalische Tiefenerkundung an Vulkanen am Beispiel des Vogelsbergs, benotet](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	3	best./nicht best.	1

Voraussetzungen

Erfolgreiche Teilnahme an der Teilleistung "Einführung in die Vulkanologie, Studienleistung"

- Grundlagen der Vulkanologie
- Zusammenhang von Vulkanismus und Tektonik
- Zusammensetzung von unterschiedlichen Magmen und Gründe dafür (Aufstiegsweg, Differentiation)
- Vulkanische Förderprodukte
- Vulkanbauten
- Eruptionsmechanismen, Eruptionsverhalten
- Grundverständnis des Monitoring von Vulkanen, Kenntnis der Aufgaben von Vulkanobservatorien und deren historischer Entwicklung
- physikalische und mathematische Grundlagen

T

4.95 Teilleistung: Grundlagen der Nanotechnologie I [T-PHYS-102529]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Gernot Goll
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: M-PHYS-102097 - Grundlagen der Nanotechnologie I

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
4

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021041	Grundlagen der Nanotechnologie I	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goll
WS 22/23	4021041	Grundlagen der Nanotechnologie I	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goll

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.96 Teilleistung: Grundlagen der Nanotechnologie I (NF) [T-PHYS-102528]**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Gernot Goll**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102096 - Grundlagen der Nanotechnologie I \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021041	Grundlagen der Nanotechnologie I	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goll
WS 22/23	4021041	Grundlagen der Nanotechnologie I	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goll

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.97 Teilleistung: Grundlagen der Nanotechnologie II [T-PHYS-102531]**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Gernot Goll**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102100 - Grundlagen der Nanotechnologie II](#)**Teilleistungsart**
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
Drittelnoten**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021151	Grundlagen der Nanotechnologie II	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goll
SS 2022	4021151	Grundlagen der Nanotechnologie II	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goll

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.98 Teilleistung: Grundlagen der Nanotechnologie II (NF) [T-PHYS-102530]**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Gernot Goll**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102099 - Grundlagen der Nanotechnologie II \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021151	Grundlagen der Nanotechnologie II	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goll
SS 2022	4021151	Grundlagen der Nanotechnologie II	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goll

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.99 Teilleistung: Halbleiterphysik, mit Übungen [T-PHYS-102343]

Verantwortung: Prof. Dr. Heinz Kalt
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102131 - Halbleiterphysik, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	10	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4020111	Halbleiterphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Kalt
SS 2021	4020112	Übungen zu Halbleiterphysik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Kalt, N.
SS 2022	4020111	Halbleiterphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Kalt
SS 2022	4020112	Übungen zu Halbleiterphysik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Kalt, Kalt

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.100 Teilleistung: Halbleiterphysik, mit Übungen (NF) [T-PHYS-102301]

Verantwortung: Prof. Dr. Heinz Kalt
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102130 - Halbleiterphysik, mit Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
10

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4020111	Halbleiterphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Kalt
SS 2021	4020112	Übungen zu Halbleiterphysik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Kalt, N.
SS 2022	4020111	Halbleiterphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Kalt
SS 2022	4020112	Übungen zu Halbleiterphysik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Kalt, Kalt

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.101 Teilleistung: Halbleiterphysik, ohne Übungen [T-PHYS-104590]

Verantwortung: Prof. Dr. Heinz Kalt
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102301 - Halbleiterphysik, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4020111	Halbleiterphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Kalt
SS 2022	4020111	Halbleiterphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Kalt

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.102 Teilleistung: Hauptseminar: Advanced Topics in Quantum Field Theory and Physics Beyond the Standard [T-PHYS-111324]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013514	Hauptseminar: Advanced Topics in Quantum Field Theory and Physics beyond the Standard	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Ziegler, Nierste

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.103 Teilleistung: Hauptseminar: Aktuelle Experimente der Quantenphysik [T-PHYS-109971]

Verantwortung: Prof. Dr. David Hunger
 Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
 Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer
 PD Dr. Khalil Zakeri-Lori

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie](#)
[M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013114	Hauptseminar: Aktuelle Experimente in der Quantenphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Wernsdorfer, Hunger, Reisinger, Willke
SS 2022	4013114	Hauptseminar: Aktuelle Experimente in der Quantenphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Hunger, Wernsdorfer, Willke, Le Tacon

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.104 Teilleistung: Hauptseminar: Astroteilchenphysik [T-PHYS-110293]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Ralph Engel
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102207 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013224	Hauptseminar: Astroteilchenphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 📱	Drexlin, Valerius, Engel
WS 21/22	4013224	Hauptseminar: Astroteilchenphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 📱	Drexlin, Engel, Hiller, Roth, Valerius
SS 2022	4013224	Hauptseminar: Astroteilchenphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 📱	Drexlin, Valerius, Engel, Hiller
WS 22/23	4013224	Hauptseminar: Astroteilchenphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 📱	Drexlin, Engel, Roth, Valerius

Legende: 📱 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 📍 Präsenz, ✖ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.105 Teilleistung: Hauptseminar: Basisgrößen und Basiseinheiten: Nicht Raten - Messen! [T-PHYS-111451]

Verantwortung: Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie](#)
[M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
4

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4013114	Hauptseminar: Basisgrößen und Basiseinheiten: Nicht Raten - Messen!	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Wulfhekel, Gozlinski
WS 22/23	4013114	Hauptseminar: Basisgrößen und Basiseinheiten: Nicht Raten - Messen!	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Wulfhekel, Gozlinski

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.106 Teilleistung: Hauptseminar: Dem Rätsel der Dunklen Materie auf der Spur [T-PHYS-112236]

Verantwortung: Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
Prof. Dr. Thomas Schwetz-Mangold

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102207 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik](#)
[M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4013624	Hauptseminar: Unraveling the Puzzle of Dark Matter / Dem Rätsel der Dunklen Materie auf der Spur	2 SWS	Hauptseminar (HS)	Mühlleitner, Schwetz-Mangold

Voraussetzungen

keine

T

4.107 Teilleistung: Hauptseminar: Experimentelle und Theoretische Methoden der Teilchenphysik [T-PHYS-106525]

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
Prof. Dr. Gudrun Heinrich
Prof. Dr. Günter Quast
Prof. Dr. Dieter Zeppenfeld

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#)
[M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013644	Hauptseminar: Experimentelle und Theoretische Methoden der Teilchenphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 📺	Quast, Heinrich, Gieseke
SS 2022	4013644	Hauptseminar: Experimentelle und Theoretische Methoden der Teilchenphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 📺	Quast, Heinrich, Gieseke

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 📍 Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.108 Teilleistung: Hauptseminar: General Relativity [T-PHYS-106126]**Verantwortung:** Prof. Dr. Frans Klinkhamer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013614	Hauptseminar: General Relativity	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Klinkhamer, Emelyanov
SS 2022	4013614	Hauptseminar: General Relativity	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Klinkhamer, Emelyanov

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.109 Teilleistung: Hauptseminar: General Relativity II [T-PHYS-109974]**Verantwortung:** Prof. Dr. Frans Klinkhamer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4013614	Hauptseminar: General Relativity II, and more	2 SWS	Hauptseminar (HS) / ●	Klinkhamer, Emelyanov

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T**4.110 Teilleistung: Hauptseminar: Higgs meets Flavour [T-PHYS-110830]**

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Voraussetzungen
keine

T

4.111 Teilleistung: Hauptseminar: Hydrodynamics in Classical and Quantum Fluids [T-PHYS-111323]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013414	Hauptseminar: Hydrodynamics in Classical and Quantum Fluids	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Garst, Schmalian

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.112 Teilleistung: Hauptseminar: Konformationsdynamik in Biomolekülen [T-PHYS-104544]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nienhaus
Prof. Dr. Wolfgang Wenzel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik](#)
[M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik](#)
[M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
4

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013014	Hauptseminar: Konformationsdynamik in Biomolekülen: Experiment und Theorie	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Nienhaus, Wenzel, Kobitski
SS 2022	4013014	Hauptseminar: Konformationsdynamik in Biomolekülen: Experiment und Theorie	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Nienhaus, Wenzel, Kobitski

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.113 Teilleistung: Hauptseminar: Lichtoptische Nanoskopie [T-PHYS-104560]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nienhaus**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik
M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4013014	Hauptseminar: Lichtoptische Nanoskopie	2 SWS	Hauptseminar (HS)	Nienhaus, Kobitski
WS 22/23	4013014	Hauptseminar: Lichtoptische Nanoskopie	2 SWS	Hauptseminar (HS)	Nienhaus, Kobitski

Voraussetzungen

keine

T

4.114 Teilleistung: Hauptseminar: Low Energy Particle Physics (Belle II, LUXE) [T-PHYS-111864]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Dr. Pablo Goldenzweig

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4013254	Hauptseminar: Low energy particle physics (Belle II, LUXE)	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Ferber, Goldenzweig

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.115 Teilleistung: Hauptseminar: Moderne Teilchenbeschleuniger und Forschung mit Photonen [T-PHYS-106129]

Verantwortung: Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Prof. Dr. Anke-Susanne Müller

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie](#)
[M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#)
[M-PHYS-102207 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Astroteilchenphysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4013814	Hauptseminar: Moderne Teilchenbeschleuniger und Forschung mit Photonen	2 SWS	Hauptseminar (HS)	Bernhard, Stankov, Plech, Müller, Baumbach
WS 22/23	4013814	Hauptseminar: Moderne Teilchenbeschleuniger und Forschung mit Photonen	2 SWS	Hauptseminar (HS)	Baumbach, Müller, Bernhard, Stankov, Plech, Schwarz

Voraussetzungen

keine

T

4.116 Teilleistung: Hauptseminar: Nano-Optik [T-PHYS-111862]

Verantwortung: Dr. Andreas Naber
Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Prof. Dr. Martin Wegener

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik](#)
[M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4013024	Hauptseminar: Nano-Optik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Naber, Rockstuhl, Wegener

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T 4.117 Teilleistung: Hauptseminar: Neutronen- und Röntgenstrahlung in der Festkörperphysik [T-PHYS-109977]

Verantwortung: Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie](#)

Teilleistungsart Studienleistung	Leistungspunkte 4	Notenskala best./nicht best.	Version 1
--	-----------------------------	--	---------------------

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013814	Hauptseminar: Neutronen und Röntgenstrahlung in der Festkörperphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Baumbach, Plech, Stankov
SS 2022	4013814	Hauptseminar: Neutronen und Röntgenstrahlung in der Festkörperphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Baumbach, Plech

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen
keine

T

4.118 Teilleistung: Hauptseminar: Optoelektronik - Grundlagen und Bauelemente [T-PHYS-105789]

Verantwortung: PD Dr. Michael Hetterich
Prof. Dr. Heinz Kalt

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie](#)
[M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik](#)
[M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
4

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013034	Hauptseminar: Optoelektronik: Grundlagen und Bauelemente	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Kalt, Hetterich
SS 2022	4013034	Hauptseminar: Optoelektronik: Grundlagen und Bauelemente	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Kalt, Hetterich

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.119 Teilleistung: Hauptseminar: Physik jenseits des Standardmodells [T-PHYS-111452]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
4

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4013514	Hauptseminar: Physik jenseits des Standardmodells	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Nierste, Blanke

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.120 Teilleistung: Hauptseminar: Quantenoptik [T-PHYS-106523]

Verantwortung: Prof. Dr. David Hunger
Dr. Andreas Naber
Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Prof. Dr. Martin Wegener

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie](#)
[M-PHYS-102205 - Hauptseminar im Themenfeld Optik und Photonik](#)
[M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013024	Hauptseminar: Quantenoptik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Hunger, Rockstuhl, Wegener

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.121 Teilleistung: Hauptseminar: Quantum Phase Transitions [T-PHYS-111889]**Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Garst**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4013414	Hauptseminar: Quantum phase transitions	2 SWS	Hauptseminar (HS) / ●	Garst, Gornyi, Schmalian

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T**4.122 Teilleistung: Hauptseminar: Spezielle Relativitätstheorie [T-PHYS-105793]**

Verantwortung: Prof. Dr. Frans Klinkhamer
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102208 - Hauptseminar im Themenfeld Theoretische Teilchenphysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Voraussetzungen
keine

T**4.123 Teilleistung: Hauptseminar: Supraleitung - von den Grundlagen zur Anwendung [T-PHYS-111014]**

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon
Prof. Dr. Alexey Ustinov
Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102203 - Hauptseminar im Themenfeld Kondensierte Materie](#)
[M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1 Sem.	1

Voraussetzungen

keine

T

4.124 Teilleistung: Hauptseminar: Teilchenphysik [T-PHYS-112235]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Prof. Dr. Ulrich Husemann
Prof. Dr. Markus Klute

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4013214	Hauptseminar: Teilchenphysik	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Husemann, Ferber, Klute

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.125 Teilleistung: Hauptseminar: Teilchenphysik bei höchster Energie am LHC [T-PHYS-107566]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Husemann
 Prof. Dr. Markus Klute
 Prof. Dr. Thomas Müller
 PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
4

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4013214	Hauptseminar: Teilchenphysik bei höchster Energie am LHC	2 SWS	Hauptseminar (HS) / ●	Husemann, Klute, Wolf

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.126 Teilleistung: Hauptseminar: Teilchenphysik jenseits des Standardmodells [T-PHYS-111863]**Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Klute**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Dauer**
1 Sem.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4013244	Hauptseminar: Teilchenphysik jenseits des Standardmodells	2 SWS	Hauptseminar (HS) / ●	Klute

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.127 Teilleistung: Hauptseminar: Teilchenphysik und Experimentelle Methoden [T-PHYS-105791]

Verantwortung: Dr. Pablo Goldenzweig
 Prof. Dr. Ulrich Husemann
 Prof. Dr. Anke-Susanne Müller
 Prof. Dr. Thomas Müller
 Prof. Dr. Günter Quast

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102206 - Hauptseminar im Themenfeld Experimentelle Teilchenphysik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4013214	Hauptseminar: Teilchenphysik und experimentelle Methoden	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Husemann, Müller, Müller
SS 2022	4013214	Hauptseminar: Teilchenphysik und experimentelle Methoden	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Husemann, Müller

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.128 Teilleistung: Hauptseminar: Topology in Condensed Matter Systems [T-PHYS-110829]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
 Prof. Dr. Alexander Mirlin
 Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4013414	Hauptseminar: Topology in Condensed Matter Physics	2 SWS	Hauptseminar (HS)	Gornyi, Mirlin, Narozhnyy

Voraussetzungen

keine

T

4.129 Teilleistung: Hauptseminar: Virtuelles Materialdesign [T-PHYS-111865]**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Wenzel**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102204 - Hauptseminar im Themenfeld Nanophysik](#)
[M-PHYS-102209 - Hauptseminar im Themenfeld Theorie der Kondensierte Materie](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Sem.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4013324	Hauptseminar: Virtuelles Materialdesign	2 SWS	Hauptseminar (HS) / 	Wenzel
WS 22/23	4013314	Hauptseminar: Virtuelles Materialdesign	2 SWS	Hauptseminar (HS)	Wenzel

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.130 Teilleistung: Induced Seismicity, Prüfung [T-PHYS-103677]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Joachim Ritter
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101959 - Induced Seismicity, benotet](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Drittelnoten	1

Erfolgskontrolle(n)

The procedure will be announced in the lecture.

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-PHYS-103575 - Induced Seismicity, Studienleistung](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

T**4.131 Teilleistung: Induced Seismicity, Studienleistung [T-PHYS-103575]**

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Joachim Ritter
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101959 - Induced Seismicity, benotet](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	3	best./nicht best.	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen
keine

T

4.132 Teilleistung: Integrated Atmospheric Measurements [T-PHYS-111423]**Verantwortung:** Carolin Schmitt**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology \(Second Major, graded\)](#)
[M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology \(Minor, ungraded\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
2**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Sommersemester**Version**
2

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4052131	Integrated Atmospheric Measurements	2 SWS	Vorlesung (V) /	Schmitt

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Short presentation at the end of the semester

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.133 Teilleistung: Inversion & Tomographie [T-PHYS-104737]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
apl. Prof. Dr. Joachim Ritter

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102368 - Inversion & Tomographie

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
8

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4060231	Inversion and Tomography	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ritter
SS 2021	4060232	Exercises to Inversion and Tomography	2 SWS	Übung (Ü) / 	Ritter, Bie
SS 2022	4060231	Inversion and Tomography	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ritter
SS 2022	4060232	Exercises to Inversion and Tomography	2 SWS	Übung (Ü) / 	Ritter, NN

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.134 Teilleistung: Inversion & Tomographie (NF) [T-PHYS-105572]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
apl. Prof. Dr. Joachim Ritter

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102658 - Inversion & Tomographie \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4060231	Inversion and Tomography	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ritter
SS 2021	4060232	Exercises to Inversion and Tomography	2 SWS	Übung (Ü) / 	Ritter, Bie
SS 2022	4060231	Inversion and Tomography	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ritter
SS 2022	4060232	Exercises to Inversion and Tomography	2 SWS	Übung (Ü) / 	Ritter, NN

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.135 Teilleistung: Klassische Theorie der Eichfelder [T-PHYS-111943]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste
Dr. Robert Ziegler

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105934 - Klassische Theorie der Eichfelder](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4026191	Classical Theory of Gauge Fields	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ziegler, Nierste

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

T

4.136 Teilleistung: Masterarbeit [T-PHYS-104370]

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102068 - Masterarbeit](#)

Teilleistungsart Abschlussarbeit	Leistungspunkte 30	Notenskala Drittelnoten	Version 1
--	------------------------------	-----------------------------------	---------------------

Voraussetzungen

keine

Abschlussarbeit

Bei dieser Teilleistung handelt es sich um eine Abschlussarbeit. Es sind folgende Fristen zur Bearbeitung hinterlegt:

Bearbeitungszeit 6 Monate

Maximale Verlängerungsfrist 3 Monate

Korrekturfrist 8 Wochen

Die Abschlussarbeit ist genehmigungspflichtig durch den Prüfungsausschuss.

T**4.137 Teilleistung: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik [T-PHYS-111116]****Verantwortung:** Prof. Dr. Kirill Melnikov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105535 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	12	Drittelnoten	1

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

T**4.138 Teilleistung: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (NF) [T-PHYS-111117]****Verantwortung:** Prof. Dr. Kirill Melnikov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105536 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	12	best./nicht best.	1

T

4.139 Teilleistung: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) [T-PHYS-111704]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105834 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(zweistündig\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4025031	Mathematische Methoden der Theoretischen Physik	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Nierste
WS 21/22	4025032	Übungen zu Mathematische Methoden der Theoretischen Physik	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Nierste, Ziegler

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

T

4.140 Teilleistung: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (zweistündig) (NF) [T-PHYS-111705]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105835 - Mathematische Methoden der Theoretischen Physik \(zweistündig\) \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4025031	Mathematische Methoden der Theoretischen Physik	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Nierste
WS 21/22	4025032	Übungen zu Mathematische Methoden der Theoretischen Physik	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nierste, Ziegler

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T 4.141 Teilleistung: Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, mit erw. Übungen [T-PHYS-102376]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
 Dr. Frank Hartmann
 Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102517 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4022151	Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik	2 SWS	Vorlesung (V) /	Bornschein, Priester, Valerius
SS 2022	4022152	Übungen zu Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik	2 SWS	Übung (Ü) /	Bornschein, Priester, Valerius

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen
keine

T

4.142 Teilleistung: Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-105106]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Dr. Frank Hartmann
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102519 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, mit erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4022151	Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Bornschein, Priester, Valerius
SS 2022	4022152	Übungen zu Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik	2 SWS	Übung (Ü) / 	Bornschein, Priester, Valerius

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T 4.143 Teilleistung: Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen [T-PHYS-105105]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
 Dr. Frank Hartmann
 Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102518 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4022151	Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik	2 SWS	Vorlesung (V) /	Bornschein, Priester, Valerius
SS 2022	4022152	Übungen zu Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik	2 SWS	Übung (Ü) /	Bornschein, Priester, Valerius

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen
keine

T

4.144 Teilleistung: Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-106327]

Verantwortung: Prof. Dr. Guido Drexlin
Dr. Frank Hartmann
Prof. Dr. Kathrin Valerius

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-103194 - Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	6	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4022151	Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Bornschein, Priester, Valerius
SS 2022	4022152	Übungen zu Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik	2 SWS	Übung (Ü) / 	Bornschein, Priester, Valerius

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.145 Teilleistung: Methods of Data Analysis [T-PHYS-111426]

- Verantwortung:** Prof. Dr. Joaquim José Ginete Werner Pinto
Prof. Dr. Peter Knippertz
- Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik
- Bestandteil von:** M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	2

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4052171	Methods of Data Analysis	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ginete Werner Pinto, Lerch
SS 2021	4052172	Exercises to Methods of Data Analysis	1 SWS	Übung (Ü) / 	Ginete Werner Pinto, Ehmele
SS 2022	4052171	Methods of Data Analysis	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ginete Werner Pinto, Lerch
SS 2022	4052172	Exercises to Methods of Data Analysis	1 SWS	Übung (Ü) / 	Ginete Werner Pinto, Ehmele

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Successful participation in the exercises.

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.146 Teilleistung: Middle Atmosphere in the Climate System [T-PHYS-111413]

Verantwortung: Dr. Michael Höpfner
Dr. Miriam Sinnhuber

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
2

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Version
2

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4052061	Middle Atmosphere in the Climate System	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Höpfner, Sinnhuber
WS 22/23	4052061	Middle Atmosphere in the Climate System	2 SWS	Vorlesung (V) / ☞	Höpfner, Sinnhuber

Legende: 📺 Online, ☞ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Short presentation at the end of the semester

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.147 Teilleistung: Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen [T-PHYS-102495]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102127 - Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Jedes Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022141	Moderne Methoden der Datenanalyse	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goldenzweig, Quast, Wolf
SS 2021	4022142	Moderne Methoden der Datenanalyse: Computerpraktikum	2 SWS	Praktikum (P) / 	Chwalek, Wolf
SS 2022	4022141	Moderne Methoden der Datenanalyse	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goldenzweig, Wolf
SS 2022	4022142	Moderne Methoden der Datenanalyse: Computerpraktikum	2 SWS	Praktikum (P) / 	Metzner, Goldenzweig, Wolf

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.148 Teilleistung: Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-102496]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102128 - Moderne Methoden der Datenanalyse, mit erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Sommersemester

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022141	Moderne Methoden der Datenanalyse	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goldenzweig, Quast, Wolf
SS 2021	4022142	Moderne Methoden der Datenanalyse: Computerpraktikum	2 SWS	Praktikum (P) / 	Chwalek, Wolf
SS 2022	4022141	Moderne Methoden der Datenanalyse	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goldenzweig, Wolf
SS 2022	4022142	Moderne Methoden der Datenanalyse: Computerpraktikum	2 SWS	Praktikum (P) / 	Metzner, Goldenzweig, Wolf

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.149 Teilleistung: Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen [T-PHYS-102494]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102125 - Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Jedes Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022141	Moderne Methoden der Datenanalyse	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goldenzweig, Quast, Wolf
SS 2021	4022142	Moderne Methoden der Datenanalyse: Computerpraktikum	2 SWS	Praktikum (P) / 	Chwalek, Wolf
SS 2022	4022141	Moderne Methoden der Datenanalyse	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goldenzweig, Wolf
SS 2022	4022142	Moderne Methoden der Datenanalyse: Computerpraktikum	2 SWS	Praktikum (P) / 	Metzner, Goldenzweig, Wolf

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T**4.150 Teilleistung: Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-102497]****Verantwortung:** Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102126 - Moderne Methoden der Datenanalyse, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Sommersemester**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022141	Moderne Methoden der Datenanalyse	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goldenzweig, Quast, Wolf
SS 2021	4022142	Moderne Methoden der Datenanalyse: Computerpraktikum	2 SWS	Praktikum (P) / 	Chwalek, Wolf
SS 2022	4022141	Moderne Methoden der Datenanalyse	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goldenzweig, Wolf
SS 2022	4022142	Moderne Methoden der Datenanalyse: Computerpraktikum	2 SWS	Praktikum (P) / 	Metzner, Goldenzweig, Wolf

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

**4.151 Teilleistung: Moderne Methoden der Spektroskopie: Anwendungen in der
Astroteilchenphysik [T-PHYS-112237]****Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin
Prof. Dr. Kathrin Valerius**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-106047 - Moderne Methoden der Spektroskopie: Anwendungen in der Astroteilchenphysik](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
2**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Semester**Dauer**
1 Sem.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4032203	Blockpraktikum: Moderne Methoden der Spektroskopie - Anwendungen in der Astroteilchenphysik	5 SWS	Praktikum (P) / ●	Drexlin, Valerius, Wolf

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

T

4.152 Teilleistung: Molekulare Elektronik [T-PHYS-109305]**Verantwortung:** Prof. Dr. Wulf Wulfhekel**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-104540 - Molekulare Elektronik](#)**Teilleistungsart**
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
Drittelnoten**Turnus**
Unregelmäßig**Dauer**
1 Sem.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021021	Molekulare Elektronik	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Wulfhekel, Gerhard
WS 21/22	4021022	Übungen zu Molekulare Elektronik	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Wulfhekel, Gerhard

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.153 Teilleistung: Molekulare Elektronik (NF) [T-PHYS-109306]

Verantwortung: Prof. Dr. Wulf Wulfhekel
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-104541 - Molekulare Elektronik \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Sem.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021021	Molekulare Elektronik	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Wulfhekel, Gerhard
WS 21/22	4021022	Übungen zu Molekulare Elektronik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Wulfhekel, Gerhard

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.154 Teilleistung: Molekülspektroskopie [T-CHEMBIO-104639]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Andreas-Neil Unterreiner
Einrichtung: KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften
 KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102337 - Molekülspektroskopie](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung schriftlich

Leistungspunkte
 6

Notenskala
 Drittelnoten

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	5213	Molekülspektroskopie	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Unterreiner, Schooss
WS 21/22	5214	Übungen zur Vorlesung Molekülspektroskopie	1 SWS	Übung (Ü) / 	Unterreiner, Schooss
WS 22/23	5213	Molekülspektroskopie	2 SWS	Vorlesung (V)	Unterreiner, Schooss
WS 22/23	5214	Übungen zur Vorlesung Molekülspektroskopie	1 SWS	Übung (Ü)	Unterreiner, Schooss

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.155 Teilleistung: Monte Carlo Ereignisgeneratoren [T-PHYS-109892]

Verantwortung: Dr. Stefan Gieseke
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-104860 - Monte Carlo Ereignisgeneratoren](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025141	Monte Carlo Ereignisgeneratoren	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Gieseke
SS 2021	4025142	Übungen zu Monte Carlo Ereignisgeneratoren	1 SWS	Übung (Ü) / 	Gieseke

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse der Teilchenphysik sind empfehlenswert

T

4.156 Teilleistung: Monte Carlo Ereignisgeneratoren (NF) [T-PHYS-109893]**Verantwortung:** Dr. Stefan Gieseke**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-104861 - Monte Carlo Ereignisgeneratoren \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025141	Monte Carlo Ereignisgeneratoren	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Gieseke
SS 2021	4025142	Übungen zu Monte Carlo Ereignisgeneratoren	1 SWS	Übung (Ü) / 	Gieseke

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Erfolgskontrolle(n)**

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse der Teilchenphysik sind empfehlenswert

T

4.157 Teilleistung: Nanomaterials, mit Übungen [T-PHYS-110285]

Verantwortung: Dr. Thomas Reisinger
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-105068 - Nanomaterials, mit Übungen

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
8

Notenskala
Drittelnoten

Turnus
Jedes Wintersemester

Dauer
1 Sem.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021061	Nanomaterials	2 SWS	Vorlesung (V)	Wernsdorfer, Reisinger
WS 21/22	4021062	Exercises to Nanomaterials	2 SWS	Übung (Ü)	Wernsdorfer, Reisinger

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

T

4.158 Teilleistung: Nanomaterials, mit Übungen (NF) [T-PHYS-110286]

Verantwortung: Dr. Thomas Reisinger
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105069 - Nanomaterials, mit Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Dauer
1 Sem.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021061	Nanomaterials	2 SWS	Vorlesung (V)	Wernsdorfer, Reisinger
WS 21/22	4021062	Exercises to Nanomaterials	2 SWS	Übung (Ü)	Wernsdorfer, Reisinger

Erfolgskontrolle(n)

Es müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

T

4.159 Teilleistung: Nanomaterials, ohne Übungen [T-PHYS-110288]

Verantwortung: Dr. Thomas Reisinger
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105071 - Nanomaterials, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	Jedes Wintersemester	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021061	Nanomaterials	2 SWS	Vorlesung (V)	Wernsdorfer, Reisinger

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

T

4.160 Teilleistung: Nano-Optics [T-PHYS-102282]

Verantwortung: Dr. Andreas Naber
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102146 - Nano-Optics](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
 8

Notenskala
 Drittelnoten

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4020021	Nano-Optics	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Naber
WS 21/22	4020022	Übungen zu Nano-Optics	1 SWS	Übung (Ü)	Naber
WS 22/23	4020021	Nano-Optics	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Naber
WS 22/23	4020022	Übungen zu Nano-Optics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Naber

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.161 Teilleistung: Nano-Optics (NF) [T-PHYS-102360]

Verantwortung: Dr. Andreas Naber
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102147 - Nano-Optics \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4020021	Nano-Optics	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Naber
WS 21/22	4020022	Übungen zu Nano-Optics	1 SWS	Übung (Ü)	Naber
WS 22/23	4020021	Nano-Optics	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Naber
WS 22/23	4020022	Übungen zu Nano-Optics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Naber

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T**4.162 Teilleistung: Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells [T-PHYS-111115]**

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste
Dr. Robert Ziegler

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105534 - Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1 Sem.	1

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

T**4.163 Teilleistung: Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells (NF) [T-PHYS-111196]**

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste
Dr. Robert Ziegler

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105582 - Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells \(NF\)](#)

Teilleistungsart Studienleistung	Leistungspunkte 8	Notenskala best./nicht best.	Dauer 1 Sem.	Version 1
--	-----------------------------	--	------------------------	---------------------

T

4.164 Teilleistung: Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells, ohne Übungen [T-PHYS-111703]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste
Dr. Robert Ziegler

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105833 - Neue leichte Teilchen jenseits des Standardmodells, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4025051	Light particles beyond the Standard Model	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ziegler, Nierste

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

T

4.165 Teilleistung: Nonlinear Optics [T-ETIT-101906]

Verantwortung: Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Einrichtung: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Bestandteil von: [M-ETIT-100430 - Nonlinear Optics](#)

Teilleistungsart Prüfungsleistung mündlich	Leistungspunkte 6	Notenskala Drittelnoten	Turnus Jedes Sommersemester	Version 2
--	-----------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	---------------------

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	2309468	Nonlinear Optics	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Koos
SS 2021	2309469	Nonlinear Optics (Tutorial)	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Koos
SS 2022	2309468	Nonlinear Optics	2 SWS	Vorlesung (V) / 🗣️	Koos
SS 2022	2309469	Nonlinear Optics (Tutorial)	2 SWS	Übung (Ü) / 🗣️	Koos

Legende: 📺 Online, 🗣️ Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, x Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Solide Kenntnisse in Mathematik und Physik; Grundkenntnisse in Optik und Photonik

Anmerkungen

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Allerdings gibt es ein Bonus-System, das auf den Problem-Sets basiert, die in den Tutorials gelöst werden: Im Laufe des Tutorials werden ohne vorherige Ankündigung 3 Problem-Sets gesammelt und benotet. Wenn für jeden dieser Problem-Sets mehr als 70% der Aufgaben richtig gelöst sind, wird ein Bonus von 0,3 Noten auf die Abschlussnote der mündlichen Prüfung gewährt.

T

4.166 Teilleistung: Non-supersymmetric Extensions of the Standard Model (NF) [T-PHYS-111277]

Verantwortung: Dr. Monika Blanke
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105639 - Non-supersymmetric Extensions of the Standard Model \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4026181	Non-supersymmetric extensions of the Standard Model	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Blanke, Nierste

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Studienleistung, unbenotet. Aktive Teilnahme an der Flipped Classroom Vorlesung ist die Voraussetzung zum Bestehen des Kurses.

T

4.167 Teilleistung: Oberflächenphysik, mit Übungen [T-PHYS-102512]

Verantwortung: Prof. Dr. Wulf Wulfhekel
PD Dr. Khalil Zakeri-Lori

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102134 - Oberflächenphysik, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	10	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021121	Oberflächenphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Wulfhekel
SS 2021	4021122	Übungen zu Oberflächenphysik	1 SWS	Übung (Ü) / 📺	Wulfhekel, Gozlinski
SS 2022	4021121	Oberflächenphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 🗣️	Willke, Zakeri-Lori
SS 2022	4021122	Übungen zu Oberflächenphysik	1 SWS	Übung (Ü) / 🗣️	Willke, Zakeri-Lori

Legende: 📺 Online, 🗣️ Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, x Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.168 Teilleistung: Oberflächenphysik, mit Übungen (NF) [T-PHYS-102510]

Verantwortung: Prof. Dr. Wulf Wulfhekel
PD Dr. Khalil Zakeri-Lori

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102136 - Oberflächenphysik, mit Übungen (NF)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
10

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021121	Oberflächenphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Wulfhekel
SS 2021	4021122	Übungen zu Oberflächenphysik	1 SWS	Übung (Ü) / 📺	Wulfhekel, Gozlinski
SS 2022	4021121	Oberflächenphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 🗨️	Willke, Zakeri-Lori
SS 2022	4021122	Übungen zu Oberflächenphysik	1 SWS	Übung (Ü) / 🗨️	Willke, Zakeri-Lori

Legende: 📺 Online, 🗨️ Präsenz/Online gemischt, 🗨️ Präsenz, x Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.169 Teilleistung: Oberflächenphysik, ohne Übungen [T-PHYS-102513]

Verantwortung: Prof. Dr. Wulf Wulfhekel
PD Dr. Khalil Zakeri-Lori

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102133 - Oberflächenphysik, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021121	Oberflächenphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Wulfhekel
SS 2022	4021121	Oberflächenphysik	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Willke, Zakeri-Lori

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.170 Teilleistung: Ocean-Atmosphere Interactions [T-PHYS-111414]**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Fink**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
2**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Wintersemester**Version**
2

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4052121	Ocean-Atmosphere Interactions	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Fink, van der Linden
WS 22/23	4052121	Ocean-Atmosphere Interactions	2 SWS	Vorlesung (V) / ☼	Fink, Woodhams

Legende: ☼ Online, ☼ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Active participation

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.171 Teilleistung: Particle Physics with Extra Dimensions [T-PHYS-112244]

Verantwortung: Dr. Monika Blanke
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-106055 - Particle Physics with Extra Dimensions](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4025071	Particle Physics with Extra Dimensions	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Blanke, Nierste

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

T

4.172 Teilleistung: Photovoltaik [T-ETIT-101939]

Verantwortung: Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla
Einrichtung: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Bestandteil von: [M-ETIT-100513 - Photovoltaik](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung schriftlich	6	Drittelnoten	Jedes Sommersemester	2

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	2313737	Photovoltaik	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Powalla, Lemmer
SS 2021	2313738	Übungen zu 2313737 Photovoltaik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Powalla, Lemmer
SS 2022	2313737	Photovoltaik	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Powalla, Lemmer
SS 2022	2313738	Übungen zu 2313737 Photovoltaik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Powalla, Lemmer

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung. Die Modulnote ist die Note dieser schriftlichen Prüfung.

Voraussetzungen

"M-ETIT-100524 - Solar Energy" darf nicht begonnen sein.

T

4.173 Teilleistung: Physics of Planetary Atmospheres [T-PHYS-109177]**Verantwortung:** Prof. Dr. Thomas Leisner**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Wintersemester**Version**
3

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4052161	Physics of Planetary Atmospheres	2 SWS	Veranstaltung (Veranst.) / ●	Leisner
WS 21/22	4052162	Exercises to Physics of Planetary Atmospheres	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Leisner, Duft
WS 22/23	4052161	Physics of Planetary Atmospheres	2 SWS	Vorlesung (V) / ☼	Leisner, Sinnhuber, Reddmann
WS 22/23	4052162	Exercises to Physics of Planetary Atmospheres	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Leisner, Duft

Legende: ☼ Online, ☼ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

- If this module is part of the Specialization or Compulsory Subject, credits are earned through the associated exam (oral, written or otherwise).
- Otherwise, the exercises, computer exercises, internships or, if necessary, graduation lectures must be successfully completed.

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

Basic knowledge of physics, physical chemistry and fluid dynamics at Bachelor level.

Anmerkungen

240 hours consisting of attendance times (60 hours), follow-up of the lecture incl. Exam preparation and editing exercises (180 hours).

T

4.174 Teilleistung: Physik der Lithosphäre, Prüfung [T-PHYS-103678]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Joachim Ritter
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101960 - Physik der Lithosphäre, benotet](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung anderer Art	1	Drittelnoten	1

Voraussetzungen

keine

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-PHYS-103574 - Physik der Lithosphäre, Studienleistung](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

T**4.175 Teilleistung: Physik der Lithosphäre, Studienleistung [T-PHYS-103574]**

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Joachim Ritter
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101960 - Physik der Lithosphäre, benotet](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	2	best./nicht best.	1

Voraussetzungen
keine

T

4.176 Teilleistung: Physik der Quanteninformation [T-PHYS-109898]

Verantwortung: Prof. Dr. Alexander Shnirman
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-104866 - Physik der Quanteninformation](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Unregelmäßig	1 Sem.	1

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt-oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse in der Quantenmechanik I und II werden vorausgesetzt; Vorkenntnisse aus der Statistischen Physik und TKM I sind nützlich.

T

4.177 Teilleistung: Physik der Quanteninformation (NF) [T-PHYS-109900]

Verantwortung: Prof. Dr. Alexander Shnirman
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-104867 - Physik der Quanteninformation \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Dauer	Version
Studienleistung	6	best./nicht best.	Unregelmäßig	1 Sem.	1

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt-oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse in der Quantenmechanik I und II werden vorausgesetzt; Vorkenntnisse aus der Statistischen Physik und TKM I sind nützlich.

T

4.178 Teilleistung: Physik seismischer Messinstrumente [T-PHYS-104727]

Verantwortung: Dr. Thomas Forbriger
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102358 - Physik seismischer Messinstrumente](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4060051	Physics of seismic instruments	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Forbriger
WS 21/22	4060052	Exercise on physics of seismic instruments	1 SWS	Übung (Ü) / 	Forbriger, Rietbrock, Ciesielski
WS 22/23	4060051	Physics of seismic instruments	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Forbriger, Rietbrock
WS 22/23	4060052	Exercise on physics of seismic instruments	1 SWS	Übung (Ü) / 	Forbriger, Rietbrock, NN

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.179 Teilleistung: Physik seismischer Messinstrumente (NF) [T-PHYS-105567]**Verantwortung:** Dr. Thomas Forbriger**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102653 - Physik seismischer Messinstrumente \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4060051	Physics of seismic instruments	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Forbriger
WS 21/22	4060052	Exercise on physics of seismic instruments	1 SWS	Übung (Ü) / 	Forbriger, Rietbrock, Ciesielski
WS 22/23	4060051	Physics of seismic instruments	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Forbriger, Rietbrock
WS 22/23	4060052	Exercise on physics of seismic instruments	1 SWS	Übung (Ü) / 	Forbriger, Rietbrock, NN

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.180 Teilleistung: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum [T-PHYS-102479]

Verantwortung: Dr. Gernot Guigas
Dr. Andreas Naber
Dr. Christoph Sürgers
Dr. Joachim Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-101395 - Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4011333	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten (Kurs 1)	4 SWS	Praktikum (P) / 	Naber, Guigas, Sürgers, Wolf, Müller, Valerius
SS 2021	4011343	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten (Kurs 2)	4 SWS	Praktikum (P) / 	Naber, Guigas, Sürgers, Wolf
SS 2021	4011349	Vorbesprechung zum Praktikum Moderne Physik und zum Physikalischen Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten	SWS	Praktikum (P) / 	Naber, Guigas, Sürgers, Wolf
WS 21/22	4011333	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten	4 SWS	Praktikum (P)	Naber, Guigas, Sürgers, Wolf
WS 21/22	4011349	Vorbesprechung zum Praktikum Moderne Physik und zum Physikalischen Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten	SWS	Praktikum (P)	Naber, Guigas, Sürgers, Wolf
SS 2022	4011333	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten (Kurs 1)	4 SWS	Praktikum (P) / 	Naber, Guigas, Sürgers, Wolf
SS 2022	4011343	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten (Kurs 2)	4 SWS	Praktikum (P) / 	Naber, Guigas, Sürgers, Wolf
SS 2022	4011349	Vorbesprechung zum Praktikum Moderne Physik und zum Physikalischen Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten	SWS	Praktikum (P) / 	Naber, Guigas, Sürgers, Wolf
WS 22/23	4011333	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten	4 SWS	Praktikum (P) / 	Naber, Guigas, Sürgers, Wolf
WS 22/23	4011349	Vorbesprechung zum Praktikum Moderne Physik und zum Physikalischen Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten	SWS	Praktikum (P) / 	Naber, Guigas, Sürgers, Wolf

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T**4.181 Teilleistung: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 1 TL, 8 LP ben [T-PHYS-104384]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102091 - Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 1 TL](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung anderer Art	8	Drittelpnoten	1

Voraussetzungen

keine

T**4.182 Teilleistung: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 2 TL, 4 LP ben [T-PHYS-106222]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103129 - Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 2 TLen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung anderer Art	4	Drittelpnoten	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen

keine

T**4.183 Teilleistung: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 2 TL, 4 LP ben [T-PHYS-106221]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103129 - Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 2 TLen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung anderer Art	4	Drittelpnoten	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen

keine

T**4.184 Teilleistung: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TL, 2 LP ben [T-PHYS-106225]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103130 - Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TLen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Drittelpnoten	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen

keine

T**4.185 Teilleistung: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TL, 3 LP ben [T-PHYS-106223]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103130 - Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TLen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Drittelpnoten	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen

keine

T**4.186 Teilleistung: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TL, 3 LP ben [T-PHYS-106224]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103130 - Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 3 TLen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Drittelpnoten	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen

keine

T**4.187 Teilleistung: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben [T-PHYS-106226]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103131 - Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TLen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Drittelpnoten	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen

keine

T**4.188 Teilleistung: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben [T-PHYS-106227]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103131 - Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TLen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Drittelpnoten	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen

keine

T**4.189 Teilleistung: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben [T-PHYS-106228]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103131 - Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TLen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Drittelpnoten	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen

keine

T**4.190 Teilleistung: Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TL, 2 LP ben [T-PHYS-106229]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-103131 - Platzhalter Nichtphys. Wahlpflichtfach, Modul mit 4 TLen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Drittelpnoten	Unregelmäßig	1

Voraussetzungen

keine

T

**4.191 Teilleistung: Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und
Berechnungsmethoden, mit Übungen [T-PHYS-111279]****Verantwortung:** Prof. Dr. Gudrun Heinrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105640 - Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit
Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelpnoten	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025151	Precision Phenomenology at Colliders and Computational Methods	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich
SS 2021	4025152	Übungen zu Precision Phenomenology at Colliders and Computational Methods	2 SWS	Übung (Ü) / 	Heinrich, Chen

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

**4.192 Teilleistung: Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und
Berechnungsmethoden, mit Übungen (NF) [T-PHYS-111281]****Verantwortung:** Prof. Dr. Gudrun Heinrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-105642 - Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, mit
Übungen (NF)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
best./nicht best.**Dauer**
1 Sem.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025151	Precision Phenomenology at Colliders and Computational Methods	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich
SS 2021	4025152	Übungen zu Precision Phenomenology at Colliders and Computational Methods	2 SWS	Übung (Ü) / 	Heinrich, Chen

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

**4.193 Teilleistung: Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und
Berechnungsmethoden, ohne Übungen [T-PHYS-111280]****Verantwortung:** Prof. Dr. Gudrun Heinrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105641 - Präzisions-Phänomenologie an Beschleunigern und Berechnungsmethoden, ohne
Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	1 Sem.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025151	Precision Phenomenology at Colliders and Computational Methods	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

**4.194 Teilleistung: Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie:
Quantenkritikalität [T-PHYS-111119]**

Verantwortung: Dr. Robert Eder
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105538 - Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie:
Quantenkritikalität](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	10	Drittelnoten	1

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

T**4.195 Teilleistung: Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie:
Quantenkritikalität (NF) [T-PHYS-111120]**

Verantwortung: Dr. Robert Eder
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105539 - Quantenfeldtheoretische Methoden in der Kondensierten Materie:
Quantenkritikalität \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	10	best./nicht best.	1

T

4.196 Teilleistung: Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen [T-PHYS-108478]**Verantwortung:** Prof. Dr. David Hunger**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-104092 - Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4021161	Quantum Optics at the Nano Scale: Fundamentals and Applications	3 SWS	Vorlesung (V) / ●	Hunger
SS 2022	4021162	Übungen zu Quantum Optics at the Nano Scale: Fundamentals and Applications	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Hunger, Hessenauer

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.197 Teilleistung: Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen (NF) [T-PHYS-108479]**Verantwortung:** Prof. Dr. David Hunger**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-104093 - Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, mit Übungen (NF)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4021161	Quantum Optics at the Nano Scale: Fundamentals and Applications	3 SWS	Vorlesung (V) / ●	Hunger
SS 2022	4021162	Übungen zu Quantum Optics at the Nano Scale: Fundamentals and Applications	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Hunger, Hessenauer

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.198 Teilleistung: Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, ohne Übungen [T-PHYS-108480]**Verantwortung:** Prof. Dr. David Hunger**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-104094 - Quantenoptik auf der Nanoskala: Grundlagen und Anwendungen, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4021161	Quantum Optics at the Nano Scale: Fundamentals and Applications	3 SWS	Vorlesung (V) / ●	Hunger

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.199 Teilleistung: Quantum Detectors and Sensors [T-PHYS-112582]

Verantwortung: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Einrichtung: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
 KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-106193 - Quantum Detectors and Sensors](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
 8

Notenskala
 Drittelnoten

Turnus
 Jedes Wintersemester

Dauer
 1 Sem.

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	2312706	Quantum Detectors and Sensors	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Kempf
WS 21/22	2312707	Exercise for 2312706 Quantum Detectors and Sensors	1 SWS	Übung (Ü) / 	Wünsch, Mitarbeiter*innen, Schuster
WS 22/23	2312706	Quantum Detectors and Sensors	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Kempf
WS 22/23	2312707	Exercise for 2312706 Quantum Detectors and Sensors	1 SWS	Übung (Ü) / 	Ilin

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz, x Abgesagt

T

4.200 Teilleistung: Quantum Detectors and Sensors (NF) [T-PHYS-112583]

Verantwortung: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Einrichtung: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
 KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-106194 - Quantum Detectors and Sensors \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Dauer
1 Sem.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	2312706	Quantum Detectors and Sensors	3 SWS	Vorlesung (V) / ☞	Kempf
WS 21/22	2312707	Exercise for 2312706 Quantum Detectors and Sensors	1 SWS	Übung (Ü) / ☞	Wünsch, Mitarbeiter*innen, Schuster
WS 22/23	2312706	Quantum Detectors and Sensors	3 SWS	Vorlesung (V) / ●	Kempf
WS 22/23	2312707	Exercise for 2312706 Quantum Detectors and Sensors	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Ilin

Legende: ☞ Online, ☞ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

T

**4.201 Teilleistung: Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium
Dissipative Systems, mit Übungen [T-PHYS-110874]****Verantwortung:** Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Alexander Shnirman**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105386 - Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, mit
Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1 Sem.	1

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

Voraussetzungen

keine

T

**4.202 Teilleistung: Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium
Dissipative Systems, mit Übungen (NF) [T-PHYS-110876]****Verantwortung:** Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Alexander Shnirman**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105388 - Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, mit
Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1 Sem.	1

Erfolgskontrolle(n)

Es müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

T

4.203 Teilleistung: Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, ohne Übungen [T-PHYS-110875]**Verantwortung:** Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Alexander Shnirman**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105387 - Quantum Theories of Condensed Matter: Nonequilibrium Dissipative Systems, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Dauer	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelpnoten	1 Sem.	1

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich) erworben.

Voraussetzungen

keine

T

4.204 Teilleistung: Reflexionsseismisches Processing [T-PHYS-104735]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102364 - Reflexionsseismisches Processing](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
 8

Notenskala
 Drittelnoten

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4060111	Seismics	2 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Bohlen, Hertweck
WS 21/22	4060112	Exercises on Seismics	2 SWS	Übung (Ü) / 🔄	Bohlen, Hertweck, Houpt
WS 22/23	4060111	Seismics	2 SWS	Vorlesung (V) / 🟡	Bohlen, Hertweck
WS 22/23	4060112	Exercises on Seismics	2 SWS	Übung (Ü) / 🟡	Bohlen, Hertweck, Houpt

Legende: 🟡 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 🟡 Präsenz, ✖ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.205 Teilleistung: Reflexionsseismisches Processing (NF) [T-PHYS-105568]**Verantwortung:** Prof. Dr. Thomas Bohlen**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102654 - Reflexionsseismisches Processing \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4060111	Seismics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Bohlen, Hertweck
WS 21/22	4060112	Exercises on Seismics	2 SWS	Übung (Ü) / 	Bohlen, Hertweck, Houpt
WS 22/23	4060111	Seismics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Bohlen, Hertweck
WS 22/23	4060112	Exercises on Seismics	2 SWS	Übung (Ü) / 	Bohlen, Hertweck, Houpt

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.206 Teilleistung: Remote Sensing of Atmosphere and Ocean [T-PHYS-111424]**Verantwortung:** Dr. Björn-Martin Sinnhuber**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology \(Second Major, graded\)](#)
[M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology \(Minor, ungraded\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Sommersemester**Dauer**
1 Sem.**Version**
2

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4052151	Remote Sensing of Atmosphere and Ocean	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Sinnhuber
SS 2021	4052152	Exercises to Remote Sensing of Atmosphere and Ocean	1 SWS	Übung (Ü) / 	Sinnhuber
SS 2022	4052151	Remote Sensing of Atmosphere and Ocean	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Sinnhuber, Cermak
SS 2022	4052152	Exercises to Remote Sensing of Atmosphere and Ocean	1 SWS	Übung (Ü) / 	Sinnhuber, Cermak

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Erfolgskontrolle(n)**

More than 50% of the points from the exercises must be achieved.

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.207 Teilleistung: Seismic Data Processing, Coursework [T-PHYS-108686]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Dr. Thomas Hertweck

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104186 - Seismic Data Processing with Final Report \(graded\)](#)
[M-PHYS-104188 - Seismic Data Processing with final report \(ungraded\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	2	best./nicht best.	1

Voraussetzungen

keine

T

4.208 Teilleistung: Seismic Data Processing, Final Report (graded) [T-PHYS-108656]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Dr. Thomas Hertweck

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104186 - Seismic Data Processing with Final Report \(graded\)](#)

Teilleistungsart
Prüfungsleistung anderer Art

Leistungspunkte
4

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4060321	Seismic Data Processing	1 SWS	Vorlesung (V) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2021	4060322	Exercises to Seismic Data Processing	2 SWS	Übung (Ü) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2022	4060321	Seismic Data Processing	1 SWS	Vorlesung (V) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2022	4060322	Exercises to Seismic Data Processing	2 SWS	Übung (Ü) / 	Bohlen, Hertweck, Houpt

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

Successful participation on "Seismic Data Processing, course achievement"

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-PHYS-108686 - Seismic Data Processing, Coursework](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

T

4.209 Teilleistung: Seismic Data Processing, final report (ungraded) [T-PHYS-108657]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Dr. Thomas Hertweck

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104188 - Seismic Data Processing with final report \(ungraded\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
4

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4060321	Seismic Data Processing	1 SWS	Vorlesung (V) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2021	4060322	Exercises to Seismic Data Processing	2 SWS	Übung (Ü) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2022	4060321	Seismic Data Processing	1 SWS	Vorlesung (V) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2022	4060322	Exercises to Seismic Data Processing	2 SWS	Übung (Ü) / 	Bohlen, Hertweck, Houpt

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

Successful participation on "Seismic Data Processing, course achievement"

Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-PHYS-108686 - Seismic Data Processing, Coursework](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

T

4.210 Teilleistung: Seismology [T-PHYS-110603]

Verantwortung: Prof. Dr. Andreas Rietbrock
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-105225 - Seismology](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
 8

Notenskala
 Drittelnoten

Turnus
 Jedes Wintersemester

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4060171	Seismology	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Rietbrock, Gottschämmer
WS 21/22	4060172	Exercises on Seismology	2 SWS	Übung (Ü) / 	Rietbrock, Gottschämmer, Linder
WS 22/23	4060171	Seismology	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Kufner, Gao, Rietbrock
WS 22/23	4060172	Exercises on Seismology	2 SWS	Übung (Ü) / 	Kufner, Gao, Linder, Rietbrock

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.211 Teilleistung: Seismology (NF) [T-PHYS-110604]

Verantwortung: Prof. Dr. Andreas Rietbrock
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-105226 - Seismology \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4060171	Seismology	2 SWS	Vorlesung (V) /	Rietbrock, Gottschämmer
WS 21/22	4060172	Exercises on Seismology	2 SWS	Übung (Ü) /	Rietbrock, Gottschämmer, Linder
WS 22/23	4060171	Seismology	2 SWS	Vorlesung (V) /	Kufner, Gao, Rietbrock
WS 22/23	4060172	Exercises on Seismology	2 SWS	Übung (Ü) /	Kufner, Gao, Linder, Rietbrock

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T**4.212 Teilleistung: Selbstverbuchung-MScPhysik-benotet [T-PHYS-111562]**

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101394 - Überfachliche Qualifikationen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Drittelnoten	1

Verbuchung von ÜQ-Leistungen

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale

T

4.213 Teilleistung: Selbstverbuchung-MScPhysik-unbenotet [T-PHYS-111565]

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101394 - Überfachliche Qualifikationen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	2	best./nicht best.	1

Verbuchung von ÜQ-Leistungen

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale

T

4.214 Teilleistung: Seminar on IPCC Assessment Report [T-PHYS-111410]

Verantwortung: Prof. Dr. Joaquim José Ginete Werner Pinto
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology \(Second Major, graded\)](#)
[M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology \(Minor, ungraded\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
2

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Version
2

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4052194	Seminar on IPCC Assessment Report	2 SWS	Hauptseminar (HS) / ●	Ginete Werner Pinto, Ludwig
WS 22/23	4052194	Seminar on IPCC Assessment Report	2 SWS	Hauptseminar (HS) / ☞	Ginete Werner Pinto, Ludwig

Legende: 📺 Online, ☞ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Study of a chapter of the current IPCC report with subsequent presentation (~ 20-25 min) and submission of a written summary (1 page).

Voraussetzungen

none

Empfehlungen

none

Anmerkungen

none

T

4.215 Teilleistung: Solid State Quantum Computing [T-PHYS-111118]

Verantwortung: Prof. Dr. Alexey Ustinov
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-105537 - Solid State Quantum Computing](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
 4

Notenskala
 Drittelnoten

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021081	Solid-State Quantum Computing	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ustinov

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

4.216 Teilleistung: Solid State Quantum Computing, mit Übungen [T-PHYS-111804]**Verantwortung:** Prof. Dr. Alexey Ustinov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105871 - Solid State Quantum Computing, mit Übungen](#)**Teilleistungsart**
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
Drittelnoten**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021081	Solid-State Quantum Computing	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ustinov
WS 21/22	4021082	Übungen zu Solid-State Quantum Computing	2 SWS	Übung (Ü) / 	Ustinov

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

4.217 Teilleistung: Solid State Quantum Computing, mit Übungen (NF) [T-PHYS-111805]**Verantwortung:** Prof. Dr. Alexey Ustinov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105872 - Solid State Quantum Computing, mit Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021081	Solid-State Quantum Computing	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Ustinov
WS 21/22	4021082	Übungen zu Solid-State Quantum Computing	2 SWS	Übung (Ü) / 	Ustinov

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

4.218 Teilleistung: Solid State Quantum Technologies [T-PHYS-109890]

Verantwortung: Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104858 - Solid State Quantum Technologies \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Dauer
1 Sem.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021131	Solid State Quantum Technologies	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Wernsdorfer, Willke
SS 2021	4021132	Übungen zu Solid State Quantum Technologies	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Wernsdorfer, Willke
SS 2022	4021131	Solid State Quantum Technologies	2 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Wernsdorfer
SS 2022	4021132	Übungen zu Solid State Quantum Technologies	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Wernsdorfer, Reisinger

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 📺 Präsenz, ✖ Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik

T

4.219 Teilleistung: Solid State Quantum Technologies [T-PHYS-109889]

Verantwortung: Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-104857 - Solid State Quantum Technologies](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
 8

Notenskala
 Drittelnoten

Turnus
 Unregelmäßig

Dauer
 1 Sem.

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021131	Solid State Quantum Technologies	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Wernsdorfer, Willke
SS 2021	4021132	Übungen zu Solid State Quantum Technologies	2 SWS	Übung (Ü) / 	Wernsdorfer, Willke
SS 2022	4021131	Solid State Quantum Technologies	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Wernsdorfer
SS 2022	4021132	Übungen zu Solid State Quantum Technologies	2 SWS	Übung (Ü) / 	Wernsdorfer, Reisinger

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik

T

4.220 Teilleistung: Solid-State Optics, ohne Übungen [T-PHYS-104773]

Verantwortung: PD Dr. Michael Hetterich
Prof. Dr. Heinz Kalt

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102408 - Solid-State Optics](#)

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
8

Notenskala
Drittelnoten

Turnus
Jedes Wintersemester

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4020011	Solid-State-Optics	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Kalt
WS 22/23	4020011	Solid-State-Optics	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Hetterich, Kalt

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.221 Teilleistung: Solid-State Optics, ohne Übungen (NF) [T-PHYS-104774]

Verantwortung: PD Dr. Michael Hetterich
Prof. Dr. Heinz Kalt

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102409 - Solid-State Optics \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4020011	Solid-State-Optics	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Kalt
WS 22/23	4020011	Solid-State-Optics	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Hetterich, Kalt

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T**4.222 Teilleistung: Spezialisierungsphase [T-PHYS-102481]**

Verantwortung: Studiendekan Physik
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-101396 - Spezialisierungsphase](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	15	best./nicht best.	1

Voraussetzungen
keine

T

4.223 Teilleistung: Spintransport in Nanostrukturen [T-PHYS-104586]**Verantwortung:** Dr. Detlef Beckmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102293 - Spintransport in Nanostrukturen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021141	Spintransport in Nanostrukturen	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Beckmann
SS 2021	4021142	Übungen zu Spintransport in Nanostrukturen	1 SWS	Übung (Ü) / 	Beckmann
SS 2022	4021141	Spintransport in Nanostrukturen	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Beckmann
SS 2022	4021142	Übungen zu Spintransport in Nanostrukturen	1 SWS	Übung (Ü) / 	Beckmann

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.224 Teilleistung: Spintransport in Nanostrukturen (NF) [T-PHYS-110858]**Verantwortung:** Dr. Detlef Beckmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105375 - Spintransport in Nanostrukturen \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4021141	Spintransport in Nanostrukturen	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Beckmann
SS 2021	4021142	Übungen zu Spintransport in Nanostrukturen	1 SWS	Übung (Ü) / 	Beckmann
SS 2022	4021141	Spintransport in Nanostrukturen	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Beckmann
SS 2022	4021142	Übungen zu Spintransport in Nanostrukturen	1 SWS	Übung (Ü) / 	Beckmann

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.225 Teilleistung: Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen [T-PHYS-111293]

Verantwortung: Prof. Dr. Alexander Shnirman

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105655 - Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4024161	Superconductivity, Josephson effect and applications	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Shnirman
SS 2021	4024162	Übungen zu Superconductivity, Josephson effect and applications	1 SWS	Übung (Ü) / 	Shnirman

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

4.226 Teilleistung: Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen (NF) [T-PHYS-111294]

Verantwortung: Prof. Dr. Alexander Shnirman

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-105656 - Superconductivity, Josephson Effect and Applications, mit Übungen (NF)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4024161	Superconductivity, Josephson effect and applications	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Shnirman
SS 2021	4024162	Übungen zu Superconductivity, Josephson effect and applications	1 SWS	Übung (Ü) / 	Shnirman

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

4.227 Teilleistung: Supraleiter-Nanostrukturen [T-PHYS-104513]

Verantwortung: Dr. Detlef Beckmann
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102191 - Supraleiter-Nanostrukturen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021031	Supraleiter-Nanostrukturen	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Beckmann
WS 21/22	4021032	Übungen zu Supraleiter-Nanostrukturen	1 SWS	Übung (Ü)	Beckmann
WS 22/23	4021031	Supraleiter-Nanostrukturen	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Beckmann
WS 22/23	4021032	Übungen zu Supraleiter-Nanostrukturen	1 SWS	Übung (Ü) / 	Beckmann

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.228 Teilleistung: Supraleiter-Nanostrukturen (NF) [T-PHYS-109621]

Verantwortung: Dr. Detlef Beckmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-104723 - Supraleiter-Nanostrukturen (NF)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4021031	Supraleiter-Nanostrukturen	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Beckmann
WS 21/22	4021032	Übungen zu Supraleiter-Nanostrukturen	1 SWS	Übung (Ü)	Beckmann
WS 22/23	4021031	Supraleiter-Nanostrukturen	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Beckmann
WS 22/23	4021032	Übungen zu Supraleiter-Nanostrukturen	1 SWS	Übung (Ü) / 	Beckmann

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.229 Teilleistung: Symmetrien und Gruppen [T-PHYS-104596]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102317 - Symmetrien und Gruppen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4025031	Symmetries, Groups and Extended Gauge Theories	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Nierste
WS 22/23	4025032	Exercises to Symmetries, Groups and Extended Gauge Theories	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nierste, Lang

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.230 Teilleistung: Symmetrien und Gruppen (NF) [T-PHYS-104597]

Verantwortung: Prof. Dr. Ulrich Nierste
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102318 - Symmetrien und Gruppen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4025031	Symmetries, Groups and Extended Gauge Theories	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Nierste
WS 22/23	4025032	Exercises to Symmetries, Groups and Extended Gauge Theories	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nierste, Lang

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.231 Teilleistung: Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien [T-PHYS-102393]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102315 - Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	12	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4025031	Symmetries, Groups and Extended Gauge Theories	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Nierste
WS 22/23	4025032	Exercises to Symmetries, Groups and Extended Gauge Theories	2 SWS	Übung (Ü) / 	Nierste, Lang

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.232 Teilleistung: Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien (NF) [T-PHYS-102444]**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Nierste**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-102316 - Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien (NF)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
12**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4025031	Symmetries, Groups and Extended Gauge Theories	4 SWS	Vorlesung (V) / ●	Nierste
WS 22/23	4025032	Exercises to Symmetries, Groups and Extended Gauge Theories	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Nierste, Lang

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.233 Teilleistung: Teilchenphysik I [T-PHYS-102369]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
 Prof. Dr. Ulrich Husemann
 Prof. Dr. Markus Klute
 Prof. Dr. Günter Quast
 Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102114 - Teilchenphysik I](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Jedes Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022031	Teilchenphysik I	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Quast, Klute
WS 21/22	4022032	Praktische Übungen zur Teilchenphysik I	2 SWS	Praktische Übung (PÜ) / 	Quast, Klute, Faltermann
WS 22/23	4022031	Teilchenphysik I	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Ferber
WS 22/23	4022032	Praktische Übungen zur Teilchenphysik I	2 SWS	Praktische Übung (PÜ) / 	Quast, Faltermann

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.234 Teilleistung: Teilchenphysik I (NF) [T-PHYS-102488]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
 Prof. Dr. Ulrich Husemann
 Prof. Dr. Markus Klute
 Prof. Dr. Günter Quast
 Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102115 - Teilchenphysik I \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	Jedes Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022031	Teilchenphysik I	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Quast, Klute
WS 21/22	4022032	Praktische Übungen zur Teilchenphysik I	2 SWS	Praktische Übung (PÜ) / 	Quast, Klute, Faltermann
WS 22/23	4022031	Teilchenphysik I	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Ferber
WS 22/23	4022032	Praktische Übungen zur Teilchenphysik I	2 SWS	Praktische Übung (PÜ) / 	Quast, Faltermann

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.235 Teilleistung: Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen [T-PHYS-104783]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Dr. Pablo Goldenzweig
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102422 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Jedes Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022081	Teilchenphysik II: Flavour-Physik	2 SWS	Vorlesung (V)	Goldenzweig, Ferber
WS 21/22	4022082	Übungen zu Flavour- Physik	2 SWS	Übung (Ü)	Goldenzweig, Ferber
WS 22/23	4022081	Teilchenphysik II: Flavour-Physik	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Goldenzweig, Ferber
WS 22/23	4022082	Übungen zu Flavour- Physik	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Goldenzweig, Stefkova

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.236 Teilleistung: Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-106316]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Dr. Pablo Goldenzweig
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-103183 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, mit erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022081	Teilchenphysik II: Flavour-Physik	2 SWS	Vorlesung (V)	Goldenzweig, Ferber
WS 21/22	4022082	Übungen zu Flavour- Physik	2 SWS	Übung (Ü)	Goldenzweig, Ferber
WS 22/23	4022081	Teilchenphysik II: Flavour-Physik	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Goldenzweig, Ferber
WS 22/23	4022082	Übungen zu Flavour- Physik	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Goldenzweig, Stefkova

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.237 Teilleistung: Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen [T-PHYS-102371]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Dr. Pablo Goldenzweig
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102154 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Jedes Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022081	Teilchenphysik II: Flavour-Physik	2 SWS	Vorlesung (V)	Goldenzweig, Ferber
WS 21/22	4022082	Übungen zu Flavour- Physik	2 SWS	Übung (Ü)	Goldenzweig, Ferber
WS 22/23	4022081	Teilchenphysik II: Flavour-Physik	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Goldenzweig, Ferber
WS 22/23	4022082	Übungen zu Flavour- Physik	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Goldenzweig, Stefkova

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.238 Teilleistung: Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-102424]

Verantwortung: Prof. Dr. Torben Ferber
Dr. Pablo Goldenzweig
Prof. Dr. Ulrich Nierste

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102155 - Teilchenphysik II - Flavour-Physik, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Wintersemester

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4022081	Teilchenphysik II: Flavour-Physik	2 SWS	Vorlesung (V)	Goldenzweig, Ferber
WS 21/22	4022082	Übungen zu Flavour- Physik	2 SWS	Übung (Ü)	Goldenzweig, Ferber
WS 22/23	4022081	Teilchenphysik II: Flavour-Physik	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Goldenzweig, Ferber
WS 22/23	4022082	Übungen zu Flavour- Physik	2 SWS	Übung (Ü) / 	Goldenzweig, Stefkova

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.239 Teilleistung: Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen [T-PHYS-111950]**Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Klute**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105939 - Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4022191	Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Klute
SS 2022	4022192	Übungen zu Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells	2 SWS	Übung (Ü) / 	Klute, Chwalek

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.240 Teilleistung: Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-111951]**Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Klute**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-105940 - Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, mit erw. Übungen (NF)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4022191	Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Klute
SS 2022	4022192	Übungen zu Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells	2 SWS	Übung (Ü) / 	Klute, Chwalek

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T 4.241 Teilleistung: Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen [T-PHYS-111948]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Klute

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105937 - Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart Prüfungsleistung mündlich	Leistungspunkte 6	Notenskala Drittelnoten	Turnus Unregelmäßig	Version 1
--	-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	---------------------

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4022191	Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells	2 SWS	Vorlesung (V) /	Klute
SS 2022	4022192	Übungen zu Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells	2 SWS	Übung (Ü) /	Klute, Chwalek

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T**4.242 Teilleistung: Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-111949]****Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Klute**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105938 - Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4022191	Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Klute
SS 2022	4022192	Übungen zu Teilchenphysik II - Physik jenseits des Standardmodells	2 SWS	Übung (Ü) / 	Klute, Chwalek

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.243 Teilleistung: Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen [T-PHYS-108474]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Müller
Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104088 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Jedes Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022171	Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Vorlesung (V) / 📱	Rabbertz, Jafari
SS 2021	4022172	Übungen zu Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Übung (Ü) / 📱	Rabbertz, NN
SS 2022	4022171	Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Rabbertz, Müller
SS 2022	4022172	Übungen zu Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Übung (Ü) / 📱	Rabbertz, Müller

Legende: 📱 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 📱 Präsenz, ✖ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.244 Teilleistung: Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-108475]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Müller
Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104089 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, mit erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Sommersemester

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022171	Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Rabbertz, Jafari
SS 2021	4022172	Übungen zu Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Übung (Ü) / 📺	Rabbertz, NN
SS 2022	4022171	Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Rabbertz, Müller
SS 2022	4022172	Übungen zu Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Übung (Ü) / 🗣️	Rabbertz, Müller

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, ✖ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.245 Teilleistung: Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen [T-PHYS-108472]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Müller
Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104086 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Jedes Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022171	Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Vorlesung (V) / 📱	Rabbertz, Jafari
SS 2021	4022172	Übungen zu Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Übung (Ü) / 📱	Rabbertz, NN
SS 2022	4022171	Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Rabbertz, Müller
SS 2022	4022172	Übungen zu Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Übung (Ü) / 📱	Rabbertz, Müller

Legende: 📱 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 📱 Präsenz, ✖ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T 4.246 Teilleistung: Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-108473]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Müller
Dr. Klaus Rabbertz

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104087 - Teilchenphysik II - Top Quarks und Jets am LHC, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart Studienleistung	Leistungspunkte 6	Notenskala best./nicht best.	Turnus Jedes Sommersemester	Version 1
--	-----------------------------	--	---------------------------------------	---------------------

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022171	Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Vorlesung (V) /	Rabbertz, Jafari
SS 2021	4022172	Übungen zu Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Übung (Ü) /	Rabbertz, NN
SS 2022	4022171	Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Vorlesung (V) /	Rabbertz, Müller
SS 2022	4022172	Übungen zu Teilchenphysik II - Top-Quarks und Jets am LHC	2 SWS	Übung (Ü) /	Rabbertz, Müller

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.247 Teilleistung: Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen [T-PHYS-108470]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104084 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Jedes Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022161	Teilchenphysik II - W, Z und Higgs an Collidern	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Wolf
SS 2021	4022162	Übungen zu Teilchenphysik II - W, Z und Higgs an Collidern	1 SWS	Übung (Ü) / 	Wolf, NN

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.248 Teilleistung: Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen (NF) [T-PHYS-108471]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104085 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, mit erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Sommersemester

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022161	Teilchenphysik II - W, Z und Higgs an Collidern	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Wolf
SS 2021	4022162	Übungen zu Teilchenphysik II - W, Z und Higgs an Collidern	1 SWS	Übung (Ü) / 	Wolf, NN

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.249 Teilleistung: Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen [T-PHYS-108468]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104081 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Jedes Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022161	Teilchenphysik II - W, Z und Higgs an Collidern	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Wolf
SS 2021	4022162	Übungen zu Teilchenphysik II - W, Z und Higgs an Collidern	1 SWS	Übung (Ü) / 	Wolf, NN

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.250 Teilleistung: Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen (NF) [T-PHYS-108469]

Verantwortung: Prof. Dr. Günter Quast
PD Dr. Roger Wolf

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-104082 - Teilchenphysik II - W, Z, Higgs am Collider, ohne erw. Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Jedes Sommersemester

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4022161	Teilchenphysik II - W, Z und Higgs an Collidern	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Wolf
SS 2021	4022162	Übungen zu Teilchenphysik II - W, Z und Higgs an Collidern	1 SWS	Übung (Ü) / 	Wolf, NN

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.251 Teilleistung: The ABC of DFT [T-PHYS-105960]

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Prof. Dr. Wolfgang Wenzel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102984 - The ABC of DFT

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
6

Notenskala
Drittelnoten

Turnus
Unregelmäßig

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4023151	The ABC of DFT	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Rockstuhl, Holzer
SS 2021	4023152	Übungen zu The ABC of DFT	1 SWS	Übung (Ü) / 📺	Rockstuhl, Krstic
SS 2022	4023151	The ABC of DFT	2 SWS	Vorlesung (V) / 🗣️	Wenzel, Krstic
SS 2022	4023152	Übungen zu The ABC of DFT	1 SWS	Übung (Ü) / 🗣️	Wenzel, Holzer

Legende: 📺 Online, 🗣️ Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, x Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.252 Teilleistung: Theoretical Nanooptics [T-PHYS-104587]

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102295 - Theoretical Nanooptics](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4023131	Theoretical Nanooptics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Fernandez Corbaton, Rockstuhl
WS 21/22	4023132	Exercises to Theoretical Nanooptics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Fernandez Corbaton, Rockstuhl
WS 22/23	4023131	Theoretical Nanooptics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Fernandez Corbaton, Rockstuhl
WS 22/23	4023132	Exercises to Theoretical Nanooptics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Fernandez Corbaton, Rockstuhl

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.253 Teilleistung: Theoretical Nanooptics (NF) [T-PHYS-106311]

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-103177 - Theoretical Nanooptics \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4023131	Theoretical Nanooptics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Fernandez Corbaton, Rockstuhl
WS 21/22	4023132	Exercises to Theoretical Nanooptics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Fernandez Corbaton, Rockstuhl
WS 22/23	4023131	Theoretical Nanooptics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Fernandez Corbaton, Rockstuhl
WS 22/23	4023132	Exercises to Theoretical Nanooptics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Fernandez Corbaton, Rockstuhl

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.254 Teilleistung: Theoretical Quantum Optics [T-PHYS-110303]

Verantwortung: Prof. Dr. Anja Metelmann
Prof. Dr. Carsten Rockstuhl

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105094 - Theoretical Quantum Optics](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4023011	Theoretical Quantum Optics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Rockstuhl
WS 21/22	4023012	Exercises to Theoretical Quantum Optics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Rockstuhl, Holzer
WS 22/23	4023011	Theoretische Quantenoptik	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Metelmann
WS 22/23	4023012	Übungen zu Theoretische Quantenoptik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Metelmann, Böhling

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

4.255 Teilleistung: Theoretical Quantum Optics (NF) [T-PHYS-110884]

Verantwortung: Prof. Dr. Anja Metelmann
Prof. Dr. Carsten Rockstuhl

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-105395 - Theoretical Quantum Optics \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Turnus
Unregelmäßig

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4023011	Theoretical Quantum Optics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Rockstuhl
WS 21/22	4023012	Exercises to Theoretical Quantum Optics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Rockstuhl, Holzer
WS 22/23	4023011	Theoretische Quantenoptik	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Metelmann
WS 22/23	4023012	Übungen zu Theoretische Quantenoptik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Metelmann, Böhling

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

4.256 Teilleistung: Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar [T-PHYS-102365]

Verantwortung: Prof. Dr. Wolfgang Wenzel
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102169 - Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4023031	Theoretische molekulare Biophysik	2 SWS	Vorlesung (V)	Wenzel
WS 21/22	4023032	Übungen zu Theoretische molekulare Biophysik	1 SWS	Übung (Ü)	Wenzel
WS 22/23	4023031	Theoretische molekulare Biophysik	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Wenzel
WS 22/23	4023032	Übungen zu Theoretische molekulare Biophysik	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Wenzel

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.257 Teilleistung: Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar (NF) [T-PHYS-102420]**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Wenzel**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-102170 - Theoretische molekulare Biophysik, mit Seminar (NF)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4023031	Theoretische molekulare Biophysik	2 SWS	Vorlesung (V)	Wenzel
WS 21/22	4023032	Übungen zu Theoretische molekulare Biophysik	1 SWS	Übung (Ü)	Wenzel
WS 22/23	4023031	Theoretische molekulare Biophysik	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Wenzel
WS 22/23	4023032	Übungen zu Theoretische molekulare Biophysik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Wenzel

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.258 Teilleistung: Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar [T-PHYS-104473]**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Wenzel**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102171 - Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4023031	Theoretische molekulare Biophysik	2 SWS	Vorlesung (V)	Wenzel
WS 21/22	4023032	Übungen zu Theoretische molekulare Biophysik	1 SWS	Übung (Ü)	Wenzel
WS 22/23	4023031	Theoretische molekulare Biophysik	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Wenzel
WS 22/23	4023032	Übungen zu Theoretische molekulare Biophysik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Wenzel

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.259 Teilleistung: Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar (NF) [T-PHYS-104474]**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Wenzel**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102172 - Theoretische molekulare Biophysik, ohne Seminar \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	6	best./nicht best.	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4023031	Theoretische molekulare Biophysik	2 SWS	Vorlesung (V)	Wenzel
WS 21/22	4023032	Übungen zu Theoretische molekulare Biophysik	1 SWS	Übung (Ü)	Wenzel
WS 22/23	4023031	Theoretische molekulare Biophysik	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Wenzel
WS 22/23	4023032	Übungen zu Theoretische molekulare Biophysik	1 SWS	Übung (Ü) / 	Wenzel

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.260 Teilleistung: Theoretische Optik [T-PHYS-104578]

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102277 - Theoretical Optics](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
 6

Notenskala
 Drittelnoten

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4023111	Theoretical Optics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Rockstuhl
SS 2021	4023112	Exercises to Theoretical Optics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Rockstuhl, Dhawan
SS 2022	4023111	Theoretical Optics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Rockstuhl
SS 2022	4023112	Exercises to Theoretical Optics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Rockstuhl, Whittam

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.261 Teilleistung: Theoretische Optik - Vorleistung [T-PHYS-102305]

Verantwortung: Prof. Dr. Carsten Rockstuhl
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102279 - Theoretical Optics \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
6

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4023111	Theoretical Optics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Rockstuhl
SS 2021	4023112	Exercises to Theoretical Optics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Rockstuhl, Dhawan
SS 2022	4023111	Theoretical Optics	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Rockstuhl
SS 2022	4023112	Exercises to Theoretical Optics	1 SWS	Übung (Ü) / 	Rockstuhl, Whittam

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.262 Teilleistung: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen [T-PHYS-102544]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102033 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
 12

Notenskala
 Drittelnoten

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Zeppenfeld
SS 2021	4025112	Übungen zur Theoretischen Teilchenphysik I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Zeppenfeld, Löschner
SS 2022	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich
SS 2022	4025112	Übungen zur Theoretischen Teilchenphysik I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Heinrich, Kerner

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.263 Teilleistung: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen (NF) [T-PHYS-102540]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102037 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, mit Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	12	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Zeppenfeld
SS 2021	4025112	Übungen zur Theoretischen Teilchenphysik I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Zeppenfeld, Löschner
SS 2022	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich
SS 2022	4025112	Übungen zur Theoretischen Teilchenphysik I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Heinrich, Kerner

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.264 Teilleistung: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen [T-PHYS-102546]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102035 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Zeppenfeld
SS 2022	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.265 Teilleistung: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen [T-PHYS-102545]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102034 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
 8

Notenskala
 Drittelnoten

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Zeppenfeld
SS 2021	4025112	Übungen zur Theoretischen Teilchenphysik I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Zeppenfeld, Löschner
SS 2022	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich
SS 2022	4025112	Übungen zur Theoretischen Teilchenphysik I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Heinrich, Kerner

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.266 Teilleistung: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen (NF) [T-PHYS-102541]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102038 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, mit Übungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Zeppenfeld
SS 2021	4025112	Übungen zur Theoretischen Teilchenphysik I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Zeppenfeld, Löschner
SS 2022	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich
SS 2022	4025112	Übungen zur Theoretischen Teilchenphysik I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Heinrich, Kerner

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.267 Teilleistung: Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen [T-PHYS-102547]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
 Prof. Dr. Kirill Melnikov
 Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner
 Prof. Dr. Ulrich Nierste
 Prof. Dr. Matthias Steinhauser

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102036 - Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	6	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 📱	Zeppenfeld
SS 2022	4025111	Theoretische Teilchenphysik I	4 SWS	Vorlesung (V) / 🗣️	Heinrich

Legende: 📱 Online, 🗣️ Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.268 Teilleistung: Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen [T-PHYS-102552]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102046 - Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	12	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4026011	Theoretische Teilchenphysik II	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich
WS 21/22	4026012	Übungen zu Theoretische Teilchenphysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Heinrich, Agarwal
WS 22/23	4026011	Theoretische Teilchenphysik II	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Mühlleitner
WS 22/23	4026012	Übungen zu Theoretische Teilchenphysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Mühlleitner, NN

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.269 Teilleistung: Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen (NF) [T-PHYS-102548]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102044 - Theoretische Teilchenphysik II, mit Übungen (NF)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
12

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4026011	Theoretische Teilchenphysik II	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich
WS 21/22	4026012	Übungen zu Theoretische Teilchenphysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Heinrich, Agarwal
WS 22/23	4026011	Theoretische Teilchenphysik II	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Mühlleitner
WS 22/23	4026012	Übungen zu Theoretische Teilchenphysik II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Mühlleitner, NN

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.270 Teilleistung: Theoretische Teilchenphysik II, ohne Übungen [T-PHYS-102554]

Verantwortung: Prof. Dr. Gudrun Heinrich
Prof. Dr. Milada Margarete Mühlleitner

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102048 - Theoretische Teilchenphysik II, ohne Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4026011	Theoretische Teilchenphysik II	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Heinrich
WS 22/23	4026011	Theoretische Teilchenphysik II	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Mühlleitner

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.271 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen [T-PHYS-102559]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Prof. Dr. Alexander Shnirman

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102054 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4024011	Theorie der Kondensierten Materie I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Gorneyi
WS 21/22	4024012	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Gorneyi, Narozhnyy, Snizhko
WS 22/23	4024011	Theorie der Kondensierten Materie I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Shnirman
WS 22/23	4024012	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Shnirman, Shapiro, Perrin

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.272 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen (NF) [T-PHYS-102557]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
 Prof. Dr. Alexander Mirlin
 Prof. Dr. Alexander Shnirman

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102052 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4024011	Theorie der Kondensierten Materie I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Gornyi
WS 21/22	4024012	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Gornyi, Narozhnyy, Snizhko
WS 22/23	4024011	Theorie der Kondensierten Materie I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Shnirman
WS 22/23	4024012	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Shnirman, Shapiro, Perrin

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.273 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen [T-PHYS-102558]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Prof. Dr. Alexander Shnirman

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102053 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	12	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4024011	Theorie der Kondensierten Materie I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Gorny
WS 21/22	4024012	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Gorny, Narozhnyy, Snizhko
WS 22/23	4024011	Theorie der Kondensierten Materie I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Shnirman
WS 22/23	4024012	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Shnirman, Shapiro, Perrin

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.274 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen (NF) [T-PHYS-102556]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Prof. Dr. Alexander Shnirman

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102051 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	12	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4024011	Theorie der Kondensierten Materie I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Gornyi
WS 21/22	4024012	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Gornyi, Narozhnyy, Snizhko
WS 22/23	4024011	Theorie der Kondensierten Materie I	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Shnirman
WS 22/23	4024012	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie I	2 SWS	Übung (Ü) / 	Shnirman, Shapiro, Perrin

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.275 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen [T-PHYS-106676]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-103331 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, ausgewählte Themen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	2	Drittelnoten	Jedes Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4024111	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst
SS 2021	4024112	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Azhar
SS 2022	4024111	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst
SS 2022	4024112	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Azhar

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.276 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen [T-PHYS-104591]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Mathematik
KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102313 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen](#)

Teilleistungsart
Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
8

Notenskala
Drittelnoten

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4024111	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst
SS 2021	4024112	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Azhar
SS 2022	4024111	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst
SS 2022	4024112	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Azhar

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.277 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen (NF) [T-PHYS-104592]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
 Prof. Dr. Alexander Mirlin
 Dr. Boris Narozhnyy
 Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102314 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen \(NF\)](#)

Teilleistungsart
Studienleistung

Leistungspunkte
8

Notenskala
best./nicht best.

Version
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4024111	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst
SS 2021	4024112	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Azhar
SS 2022	4024111	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst
SS 2022	4024112	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Azhar

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.278 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen [T-PHYS-102560]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102308 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Prüfungsleistung mündlich	12	Drittelnoten	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4024111	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst
SS 2021	4024112	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Azhar
SS 2022	4024111	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst
SS 2022	4024112	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Azhar

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.279 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen (NF) [T-PHYS-102562]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Prof. Dr. Alexander Mirlin
Dr. Boris Narozhnyy
Prof. Dr. Jörg Schmalian

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: [M-PHYS-102312 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen \(NF\)](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	12	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4024111	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst
SS 2021	4024112	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Azhar
SS 2022	4024111	Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst
SS 2022	4024112	Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie II	2 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Azhar

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.280 Teilleistung: Theorie des Magnetismus II [T-PHYS-105961]

Verantwortung: Dr. Boris Narozhnyy
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102985 - Theorie des Magnetismus II](#)

Teilleistungsart Prüfungsleistung mündlich	Leistungspunkte 8	Notenskala Drittelnoten	Turnus Unregelmäßig	Version 1
--	-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	---------------------

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4024171	Theory of Magnetism II	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Narozhnyy, Gornyi

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.281 Teilleistung: Theorie des Magnetismus, mit Übungen [T-PHYS-110869]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-105381 - Theorie des Magnetismus, mit Übungen](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4023041	Theory of Magnetism	3 SWS	Vorlesung (V) / ●	Garst, Kravchuk
WS 21/22	4023042	Exercises to Theory of Magnetism	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Garst, Kravchuk

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Falls dieses Modul Teil des Schwerpunkt- oder Ergänzungsfachs ist, werden die Leistungspunkte durch die zugehörige Prüfung (mündlich, schriftlich oder anderer Art) erworben. Ansonsten müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, der Quantenmechanik und der statistischen Physik werden vorausgesetzt.

T

4.282 Teilleistung: Theorie des Magnetismus, mit Übungen (NF) [T-PHYS-110873]**Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Garst**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105385 - Theorie des Magnetismus, mit Übungen \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Unregelmäßig**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4023041	Theory of Magnetism	3 SWS	Vorlesung (V) / 	Garst, Kravchuk
WS 21/22	4023042	Exercises to Theory of Magnetism	1 SWS	Übung (Ü) / 	Garst, Kravchuk

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Erfolgskontrolle(n)**

Es müssen die Übungen, Computerübungen, Praktika oder ggf. Abschlussvorträge erfolgreich absolviert werden.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, der Quantenmechanik und der statistischen Physik werden vorausgesetzt.

T

4.283 Teilleistung: Theorie seismischer Wellen [T-PHYS-104736]

Verantwortung: Prof. Dr. Thomas Bohlen
Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik
Bestandteil von: [M-PHYS-102367 - Theorie seismischer Wellen](#)

Teilleistungsart
 Prüfungsleistung mündlich

Leistungspunkte
 6

Notenskala
 Drittelnoten

Version
 1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4060221	Theory of Seismic Waves	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2021	4060222	Exercises to Theory of Seismic Waves	1 SWS	Übung (Ü) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2022	4060221	Theory of Seismic Waves	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2022	4060222	Exercises to Theory of Seismic Waves	1 SWS	Übung (Ü) / 	Bohlen, Hertweck

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.284 Teilleistung: Theorie seismischer Wellen (NF) [T-PHYS-105571]**Verantwortung:** Prof. Dr. Thomas Bohlen**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102657 - Theorie seismischer Wellen \(NF\)](#)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
6**Notenskala**
best./nicht best.**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4060221	Theory of Seismic Waves	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2021	4060222	Exercises to Theory of Seismic Waves	1 SWS	Übung (Ü) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2022	4060221	Theory of Seismic Waves	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Bohlen, Hertweck
SS 2022	4060222	Exercises to Theory of Seismic Waves	1 SWS	Übung (Ü) / 	Bohlen, Hertweck

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.285 Teilleistung: Theorie stark korrelierter Elektronensysteme [T-PHYS-112245]**Verantwortung:** Dr. Robert Eder**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-106056 - Theorie stark korrelierter Elektronensysteme](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	12	Drittelnoten	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen					
WS 22/23	4024071	Theory of Strongly Correlated Electron Systems	4 SWS	Vorlesung (V) / 	Eder
WS 22/23	4024072	Exercises to Theory of Strongly Correlated Electron Systems	2 SWS	Übung (Ü) / 	Eder

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

4.286 Teilleistung: Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen [T-PHYS-112018]**Verantwortung:** Prof. Dr. Anja Metelmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105942 - Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen](#)**Teilleistungsart**
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
Drittelnoten**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4024181	Theory and Applications of Quantum Machines	2 SWS	Vorlesung (V) / 	Metelmann
SS 2022	4024182	Übungen zu Theory and Applications of Quantum Machines	2 SWS	Übung (Ü) / 	Metelmann

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

T

4.287 Teilleistung: Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen (NF) [T-PHYS-112019]**Verantwortung:** Prof. Dr. Anja Metelmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-105943 - Theorie und Anwendung von Quantenmaschinen (NF)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2022	4024181	Theory and Applications of Quantum Machines	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Metelmann
SS 2022	4024182	Übungen zu Theory and Applications of Quantum Machines	2 SWS	Übung (Ü) / ●	Metelmann

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

T

4.288 Teilleistung: Tropical Meteorology [T-PHYS-111411]**Verantwortung:** Prof. Dr. Peter Knippertz**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
4**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Wintersemester**Version**
2

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4052111	Tropical Meteorology	2 SWS	Vorlesung (V) / ☞	Knippertz
WS 21/22	4052112	Exercises to Tropical Meteorology	1 SWS	Übung (Ü) / ☞	Knippertz, Lemburg
WS 22/23	4052111	Tropical Meteorology	2 SWS	Vorlesung (V) / ☞	Knippertz
WS 22/23	4052112	Exercises to Tropical Meteorology	1 SWS	Übung (Ü) / ☞	Knippertz, Lemburg

Legende: ☞ Online, ☞ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Students must achieve 50% of the points on the exercise sheets.

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.289 Teilleistung: Turbulent Diffusion [T-PHYS-111427]

Verantwortung: Prof. Dr. Corinna Hoose
Dr. Gholamali Hoshyaripour

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-104577 - Selected Topics in Meteorology (Second Major, graded)
M-PHYS-104578 - Selected Topics in Meteorology (Minor, ungraded)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	4	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	2

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4052081	Turbulent Diffusion	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Hoshyaripour, Hoose
SS 2021	4052082	Exercises to Turbulent Diffusion	1 SWS	Übung (Ü) / 📺	Hoshyaripour, Hoose, Bruckert
SS 2022	4052081	Turbulent Diffusion	2 SWS	Vorlesung (V) / 🗣️	Hoshyaripour, Hoose
SS 2022	4052082	Exercises to Turbulent Diffusion	1 SWS	Übung (Ü) / 🗣️	Hoshyaripour, Hoose, Bruckert

Legende: 📺 Online, 🗣️ Präsenz/Online gemischt, 🗣️ Präsenz, ✖ Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

There are 7 exercises with 100 points in total.

To pass the prerequisite students must:

- Obtain at least 50 points from exercises.
- Present and explain at least one of the ICON-ART exercises in the class.

Voraussetzungen

None

Empfehlungen

None

Anmerkungen

None

T

4.290 Teilleistung: X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum [T-PHYS-111156]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Dr. Svetoslav Stankov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-105555 - X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelnoten	Jedes Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4028061	X-ray Physics I: Scattering, Diffraction and Spectroscopy on Crystals, Thin Films and Nanostructures	2 SWS	Vorlesung (V)	Baumbach, Stankov
WS 21/22	4028062	Übungen zu X-ray Physics I: Scattering, Diffraction and Spectroscopy on Crystals, Thin Films and Nanostructures	1 SWS	Übung (Ü)	Baumbach, Al Hassan, Kalt
WS 21/22	4028063	Praktikum zu X-ray Physics I	1 SWS	Praktikum (P)	Baumbach, Al Hassan, Kalt
WS 22/23	4028061	X-ray Physics I: Scattering, Diffraction and Spectroscopy on Crystals, Thin Films and Nanostructures	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Baumbach, Stankov
WS 22/23	4028062	Übungen zu X-ray Physics I: Scattering, Diffraction and Spectroscopy on Crystals, Thin Films and Nanostructures	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Baumbach, Al Hassan, Kalt
WS 22/23	4028063	Praktikum zu X-ray Physics I	1 SWS	Praktikum (P) / ●	Baumbach, Al Hassan, Kalt

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.291 Teilleistung: X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum (NF) [T-PHYS-111158]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Dr. Svetoslav Stankov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-105557 - X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, mit Übungen und Praktikum (NF)**Teilleistungsart**
Studienleistung**Leistungspunkte**
8**Notenskala**
best./nicht best.**Turnus**
Jedes Wintersemester**Version**
1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4028061	X-ray Physics I: Scattering, Diffraction and Spectroscopy on Crystals, Thin Films and Nanostructures	2 SWS	Vorlesung (V)	Baumbach, Stankov
WS 21/22	4028062	Übungen zu X-ray Physics I: Scattering, Diffraction and Spectroscopy on Crystals, Thin Films and Nanostructures	1 SWS	Übung (Ü)	Baumbach, Al Hassan, Kalt
WS 21/22	4028063	Praktikum zu X-ray Physics I	1 SWS	Praktikum (P)	Baumbach, Al Hassan, Kalt
WS 22/23	4028061	X-ray Physics I: Scattering, Diffraction and Spectroscopy on Crystals, Thin Films and Nanostructures	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Baumbach, Stankov
WS 22/23	4028062	Übungen zu X-ray Physics I: Scattering, Diffraction and Spectroscopy on Crystals, Thin Films and Nanostructures	1 SWS	Übung (Ü) / ●	Baumbach, Al Hassan, Kalt
WS 22/23	4028063	Praktikum zu X-ray Physics I	1 SWS	Praktikum (P) / ●	Baumbach, Al Hassan, Kalt

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

Voraussetzungen

keine

T

4.292 Teilleistung: X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, ohne Übungen und ohne Praktikum [T-PHYS-111157]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Dr. Svetoslav Stankov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105556 - X-ray Physics I: Scattering, Diffraction & Spectroscopy on Crystals, thin Films and Nanostructures, ohne Übungen und ohne Praktikum](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelnoten	Jedes Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen					
WS 21/22	4028061	X-ray Physics I: Scattering, Diffraction and Spectroscopy on Crystals, Thin Films and Nanostructures	2 SWS	Vorlesung (V)	Baumbach, Stankov
WS 22/23	4028061	X-ray Physics I: Scattering, Diffraction and Spectroscopy on Crystals, Thin Films and Nanostructures	2 SWS	Vorlesung (V) / ●	Baumbach, Stankov

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

T

4.293 Teilleistung: X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum [T-PHYS-111159]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Dr. Svetoslav Stankov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-105558 - X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum](#)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	8	Drittelpnoten	Jedes Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4028131	X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Baumbach, Stankov
SS 2021	4028132	Übungen zu X-ray Physics II	1 SWS	Übung (Ü) / 📺	Baumbach, Stankov, Bremer, Spiecker
SS 2021	4028133	Praktikum zu X-ray Physics II	1 SWS	Praktikum (P) / 🧪	Baumbach, Stankov, Bremer, Spiecker
SS 2022	4028131	X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Baumbach, Stankov
SS 2022	4028132	Übungen zu X-ray Physics II	1 SWS	Übung (Ü) / 🧪	Baumbach, Stankov, Spiecker
SS 2022	4028133	Praktikum zu X-ray Physics II	1 SWS	Praktikum (P) / 🧪	Baumbach, Stankov, Spiecker

Legende: 📺 Online, 📺/🧪 Präsenz/Online gemischt, 🧪 Präsenz, ✖ Abgesagt

T

4.294 Teilleistung: X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit Übungen und Praktikum (NF) [T-PHYS-111161]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Dr. Svetoslav Stankov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-105560 - X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, mit
Übungen und Praktikum (NF)

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Studienleistung	8	best./nicht best.	Jedes Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4028131	X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Baumbach, Stankov
SS 2021	4028132	Übungen zu X-ray Physics II	1 SWS	Übung (Ü) / 📺	Baumbach, Stankov, Bremer, Spiecker
SS 2021	4028133	Praktikum zu X-ray Physics II	1 SWS	Praktikum (P) / 🧪	Baumbach, Stankov, Bremer, Spiecker
SS 2022	4028131	X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Baumbach, Stankov
SS 2022	4028132	Übungen zu X-ray Physics II	1 SWS	Übung (Ü) / 🧪	Baumbach, Stankov, Spiecker
SS 2022	4028133	Praktikum zu X-ray Physics II	1 SWS	Praktikum (P) / 🧪	Baumbach, Stankov, Spiecker

Legende: 📺 Online, 📺🧪 Präsenz/Online gemischt, 🧪 Präsenz, ✕ Abgesagt

T

4.295 Teilleistung: X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, ohne Übungen und ohne Praktikum [T-PHYS-111160]**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerd Tilo Baumbach
Dr. Svetoslav Stankov**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** M-PHYS-105559 - X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography, ohne
Übungen und ohne Praktikum

Teilleistungsart	Leistungspunkte	Notenskala	Turnus	Version
Prüfungsleistung mündlich	4	Drittelpnoten	Jedes Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen					
SS 2021	4028131	X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography	2 SWS	Vorlesung (V) / 📺	Baumbach, Stankov
SS 2022	4028131	X-ray Physics II: Optical Coherence, Imaging and Computed Tomography	2 SWS	Vorlesung (V) / 🔄	Baumbach, Stankov

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt