

Modulhandbuch für den Masterstudiengang Physik

Modul: Halbleiterphysik	2
Modul: Biophysik II – Biomolekulare Spektroskopie und Dynamik	3
Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II	4
Modul: Oberflächenphysik	5
Modul: Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen	6
Modul: Spintransport in Nanostrukturen.....	7
Modul: Grundlagen der Nanotechnologie II	8
Modul: Neutronen- und Röntgenstreuung in der Festkörperphysik	9
Modul: Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne	10
Modul: Astroteilchenphysik II – Gamma-Strahlung	11
Modul: Moderne Methoden der Datenanalyse	12
Modul: Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik.....	13
Modul: Teilchenphysik II - W, Z, Top am Collider.....	14
Modul: Teilchenphysik II - Higgs-Physik	15
Modul: Theoretical Optics.....	16
Modul: Simulation nanoskaliger Systeme	17
Modul: Physik der Quanteninformation	18
Modul: Computational Photonics	19
Modul: Rechnergestütztes Arbeiten (Einführung)	20
Modul: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie	21
Modul: Density Functional Theory: Fundamentals and Practice	22
Modul: Modern Computational Methods in Pertubative QCD for Collider Physics.....	24
Modul: Theoretische Teilchenphysik I.....	25
Modul: Monte Carlo Ereignisgeneratoren	26
Modul: General Relativity II.....	27
Modul: Elektronenmikroskopie II.....	28
Modul: Beschleunigerphysik I: Teilchenbeschleuniger.....	29
Modul: Modern X-ray Physics III:	30
Modul: Pulverdiffraktometrie	31
Modul: Kristallstrukturbestimmung.....	32
Modul: Kernspintomographie.....	33

Modul: Halbleiterphysik

Lehrveranstaltungsnummer: 4020111

Modulverantwortliche: Kalt

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie, Nano-Physik

Leistungspunkte: 10

Semesterwochenstunden: 5

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4020111 Vorlesung 4 SWS; Kalt

4020112 Übung 1 SWS; Kalt; Übungen zu Halbleiterphysik

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Lernziele:

Die Studierenden

- können Details der Halbleiterbandstruktur und der Ladungsträgerstatistik beschreiben und erklären
- verstehen die Bedeutung von zeitlicher bzw. räumlicher Inhomogenität als Antrieb für dynamische Prozesse im Halbleiter
- beherrschen die phänomenologische und theoretische Beschreibung von Halbleiterübergängen
- können an Hand der gelernten Grundlagen das Verhalten von Halbleiter-bauelementen beschreiben und kennen deren typische Anwendungen
- sind vertraut mit den wesentlichen Verfahren der Halbleiter-Technologie
- machen sich im Rahmen der Übungen mit einem speziellen Thema aus den Gebieten Anwendungen und Technologie vertraut, stellen dies in einem Kurzvortrag dar und vertiefen damit die Kenntnisse aller Teilnehmer über Halbleiterbauelemente

Inhalt:

I. Grundlegende Eigenschaften von Halbleitern (Materialklassen, Bandstruktur, k-p-Theorie, Statistik, Boltzmann-Gleichgewicht)

II. Nichtgleichgewichtsprozesse in Halbleitern (Boltzmann-Gleichung, Generation und Rekombination, Transportphänomene)

III. Halbleiterübergänge im thermodynamischen Gleichgewicht (pn-Übergang, Heteroübergänge, niederdimensionale Halbleiter, Schottky-Kontakt, ohmscher Kontakt, Isolator-Halbleiter-Übergang)

IV. Halbleiterübergänge im Nichtgleichgewicht/ Bauelemente (Diode, Photodiode, Solarzelle, LED, Diodenlaser, Mikrowellenbauelemente, bipolarer Transistor, Feldeffekttransistor, CCD, Speicherbauelemente, ...)

V. Halbleiter-Technologie (Epitaxie, Dotierung, Strukturierung, Integration)

Literatur:

R. Enderlein, N. Horing: *Fundamentals of Semiconductor Physics and Devices*

F. Thuselt: *Physik der Halbleiterbauelemente*

K. Brennan: *The Physics of Semiconductors*

P.Y. Yu, M. Cardona: *Fundamentals of Semiconductors*

M. Grundmann: *The Physics of Semiconductors*

S.M. Sze, K.K. Ng: *Physics of Semiconductor Devices*

Leistungsnachweis:

Teilnahme an Vorlesung und Übung; als physikalisches Nebenfach zusätzlich unbenoteter Kurzvortrag (20-25 Minuten) im Rahmen der Übungen

Notenbildung:

Als Schwerpunktfach: mündliche Prüfung nach den Regeln der SPO; als Ergänzungsfach: benoteter Kurzvortrag (20-25 Minuten) im Rahmen der Übungen

Modul: Biophysik II – Biomolekulare Spektroskopie und Dynamik

Lehrveranstaltungsnummer: 4020121

Modulverantwortliche: Nienhaus

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Nano-Physik, Optik und Photonik

Leistungspunkte: 12

Semesterwochenstunden: 6

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4020121 Vorlesung 4 SWS; Nienhaus

4020122 Übung 2 SWS; Nienhaus, N.N., Übungen zu Biophysik II

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagen der Quantenmechanik, Thermodynamik und der Festkörperphysik werden vorausgesetzt.

Lernziele:

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 Verfahrenen, 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.

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

Leistungsnachweis:

Abgabe von Übungsblättern

Vorrechnen in der Übung

Mündliche Prüfung bei Kombination mit anderen Veranstaltungen zu einem Schwerpunkt- oder Ergänzungsfach

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungsfach- oder Nebenfach.

Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II

Lehrveranstaltungsnummer: 4021111

Modulverantwortliche: Ustinov, Lisenfeld

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:
Kondensierte Materie, Supraleitung

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4021111 Vorlesung 2 SWS; Ustinov, Lisenfeld

4021112 Übung 2 SWS; Ustinov, Lisenfeld

Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II

Voraussetzungen: keine

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

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Lernziele:

Vertiefung in einem Gebiet der Kondensierte Materie, Supraleitung.

Inhalt:

Foundations of superconductivity: thermodynamics, electrodynamics, flux quantization, Ginzburg-Landau theory, BCS theory, vortices, tunnel junctions, Josephson junctions, SQUIDs, superconducting electronics, superconducting qubits.

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

Leistungsnachweis:

Voraussichtlich in Form von:

Regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Vorbereitung der Übungsaufgaben

Vorrechnen in der Übung

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Oberflächenphysik

Lehrveranstaltungsnummer: 4021121

Modulverantwortliche: Wulf Wulfhekel

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie, Nano-Physik

Leistungspunkte: 8 (Vorlesung) und 2 (Übung)

Semesterwochenstunden: 5

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4021121 Vorlesung 4 SWS; W. Wulfhekel, T. Balashov

4021122 Übung 1 SWS; W. Wulfhekel, T. Balashov

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Lernziele:

Der Studierende soll in die Grundbegriffe der Oberflächenphysik eingeführt werden, die relevanten theoretischen Konzepte beherrschen lernen sowie die Konzepte und Messmethoden der Oberflächenphysik verstehen und anwenden lernen. In der Übung soll der Studierende konkrete Probleme der Oberflächenphysik in Gruppen lösen unter Anwendung des in der Vorlesung vermittelten 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.

Literatur:

H. Ibach, Physics of Surfaces and Interfaces, Springer

Leistungsnachweis:

Als Leistungsnachweis für unbenotete Studienleistungen insbesondere für das Physikalische Nebenfach gilt die erfolgreiche Teilnahme an der Übung (Vorrechnen der Übungsblätter in der Übung).

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen

Lehrveranstaltungsnummer: 4021131

Modulverantwortliche: Hoffmann-Vogel, Beckmann

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:
Nano-Physik

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4021131 Vorlesung 3 SWS; Hoffmann-Vogel, Beckmann

4021132 Übung 1 SWS; Hoffmann-Vogel, Beckmann

Lernziele:

Vertiefung in einem Gebiet der Nano-Physik.

Inhalt:

Kann gut mit EE I und II kombiniert werden.

Voraussetzung: Festkörperphysik

1. Was ist „Nano“ und warum finden wir das interessant?
2. Herstellung von Nanokontakten, Nanodrähten und dünnen Schichten
3. Unterbrochene Nanokontakte, Einzelelektroneneffekte
4. Quantentransport in verbundenen Nanokontakten
5. Eindimensionale Strukturen, Kohlenstoff-Nanoröhrchen
6. Zweidimensionale Strukturen, Quanten-Hall-Effekt, Graphen

Literatur:

Th. Heinzel, Mesoscopic Electronics in Solid State Nanostructures, Wiley 2007

J.C. Cuevas, E. Scheer, Molecular Electronics, World Scientific 2010

Leistungsnachweis:

voraussichtlich Einzelprüfung

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Spintransport in Nanostrukturen

Lehrveranstaltungsnummer: 4021141

Modulverantwortliche: Detlef Beckmann

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie, Nano-Physik

Leistungspunkte: 4 (Vorlesung) und 2 (Übung)

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4021141 Vorlesung 2 SWS; D. Beckmann

4021142 Übung 1 SWS; D. Beckmann

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Lernziele:

Der Studierende soll in die Grundbegriffe des spinpolarisierten Transports eingeführt werden, und deren Anwendung auf Transporteigenschaften in Nanostrukturen verstehen. In der Übung soll der Studierende konkrete Probleme aus diesem Themenfeld lösen unter Anwendung des in der Vorlesung vermittelten 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).

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Als Leistungsnachweis für unbenotete Studienleistungen insbesondere für das Physikalische Nebenfach gilt die erfolgreiche Teilnahme an der Übung (Vorrechnen der Übungsblätter in der Übung).

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Grundlagen der Nanotechnologie II

Lehrveranstaltungsnummer: 4021151

Modulverantwortliche: Goll

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:
Nano-Physik

Leistungspunkte: 4

Semesterwochenstunden: 2

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4021151 Vorlesung 2 SWS; Goll

Lernziele:

Vertiefung in einem Gebiet der Nano-Physik.

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

Die Vorlesung „Grundlagen der Nanotechnologie I“ behandelt im Wintersemester Methoden der Abbildung, Charakterisierung und der Herstellung von Nanostrukturen.

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Voraussichtlich in Form von:
einer Klausur oder Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Neutronen- und Röntgenstreuung in der Festkörperphysik

Lehrveranstaltungsnummer: 4021161

Modulverantwortliche: Wulf Wulfhekel, Frank Weber

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er: Kondensierte Materie

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4021161 Vorlesung 2 SWS; W. Wulfhekel, F. Weber

4021162 Übung 1 SWS; W. Wulfhekel, F. Weber

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt. Besuch der Vorlesung „Elektronische Eigenschaften von Festkörpern“ hilfreich.

Lernziele:

Der Studierende soll in die Grundbegriffe der Neutronen- und Röntgenstreuung eingeführt werden, die relevanten theoretischen Konzepte beherrschen sowie den Zusammenhang mit wissenschaftlichen Fragestellungen in der Festkörperphysik verstehen und anwenden lernen. In der Übung soll der Studierende konkrete Probleme der Spektroskopie an Festkörpern lösen lernen unter Anwendung des in der Vorlesung vermittelten Faktenwissens.

Inhalt:

In der Vorlesung *Neutronen- und Röntgenstreuung in der Festkörperphysik* werden die Prinzipien der genannten Methoden selbst und deren Anwendungen auf ausgewählte Phänomene in der Festkörperphysik besprochen. Zu Beginn werden die grundlegenden Eigenschaften der Wechselwirkung zwischen Festkörpern und Neutronen bzw. Röntgenstrahlung behandelt. Im Hauptteil werden dann ausgewählte Fragestellungen der Festkörperphysik, z.B. in Supraleitern und magnetisch geordneten Materialien, in Bezug auf ihre Untersuchung mittels der vorgestellten Messmethoden diskutiert.

Literatur:

G. L. Squires, *Introduction to the theory of thermal neutron scattering* (Cambridge University Press, Cambridge, 1978)

J. Als-Nielsen & D. McMorrow, *Elements of modern x-ray physics* (Wiley, New York, 2008)

Leistungsnachweis:

Vorrechnen/Diskussion der Übungsblätter in der Übung

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne

Lehrveranstaltungsnummer: 4022111

Modulverantwortliche: Drexlin

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Astroteilchenphysik

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: SS/WS

Lehr- und Lernformen:

4022111 Vorlesung 2 SWS; Drexlin

4022112 Übung 1 SWS; Drexlin, Thümmeler, Wolf

Astroteilchenphysik II - Teilchen und Sterne

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: 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).

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

Lernziele:

- Methodenkompetenzerwerb: Vertiefung in zwei Schlüsselgebieten der experimentellen Astroteilchenphysik: stellare Astrophysik und Neutrinophysik, dabei insbesondere Erkenntnis der Querverbindungen zur Elementarteilchenphysik und Kosmologie

Inhalt:

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

Im ersten Gebiet wird ein umfassender Einblick in die Grundlagen der experimentellen Neutrinophysik 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 von solaren & atmosphärischen Neutrinos, sowie von Reaktor- und Beschleuniger-Neutrino-Experimenten. Darüber hinaus wird ein Schwerpunkt gelegt auf die direkte Neutrinomassenbestimmung und die Suche nach dem Neutrino-losen 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 Neutrinodetektoren und Gravitationswellen-Observatorien diskutiert.

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

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)

Leistungsnachweis:

Voraussichtlich in Form von:

Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (Vorrechnen von Aufgaben)

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Astroteilchenphysik II – Gamma-Strahlung

Lehrveranstaltungsnummer: 4022131

Modulverantwortliche: Blümer, Roth

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Astroteilchenphysik

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4022131 Vorlesung 2 SWS; Blümer, Roth

4022132 Übung 1 SWS; Werner

Astroteilchenphysik II – Gamma-Strahlung

Voraussetzungen: keine

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

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

Lernziele:

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul verfügt der/die Studierende über ein vertieftes Fach- und Überblickswissen auf dem Feld der hochenergetischen Astroteilchenphysik mit Schwerpunkt Gamma-Astronomie und beherrscht die Methoden des Erkenntnisgewinns der modernen Astrophysik und deren exemplarische Anwendung.

Inhalt:

Es werden die Grundlagen der Astroteilchenphysik mit hochenergetischen Teilchen besprochen, wobei der Schwerpunkt auf der Anwendung der Gamma-Astronomie zur Untersuchung astrophysikalischer Objekte liegt.

Ausgehend von der Beschleunigung geladener Teilchen werden in der ersten Hälfte 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.

In der zweiten Hälfte der Vorlesungsreihe werden die folgenden 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 Diskussion der Suche nach zusätzlichen Dimensionen, Verletzung der Lorentz-Invarianz und exotischen Phänomenen mit Gamma-Strahlung.

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.

Literatur:

T.K. Gaisser: Cosmic Rays and Particle Physics (Cambridge)

T. Stanev: High Energy Cosmic Rays (Springer, 2nd Ed.)

F. Melia: High-Energy Astrophysics (Princeton)

C.D. Dermer, G. Menon: High Energy Radiation from Black Holes (Princeton)

P. Schneider: Einführung in die Extragalaktische Astronomie und Kosmologie (Springer)

Leistungsnachweis:

Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (u.a. Vorrechnen, 50% der Punkte)

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Moderne Methoden der Datenanalyse

Lehrveranstaltungsnummer: 4022141

Modulverantwortliche: Husemann, Ulrich

Einordnung in Studiengang: Master Physik,

Physikalisches Nebenfach oder Teil des Schwerpunkts- bzw. Ergänzungsfachs im Bereich Experimentelle Astroteilchenphysik oder Experimentelle Teilchenphysik

Leistungspunkte: 6 oder 8 *(Dies gilt nur für Physiker, dort ergeben sich 6 Leistungspunkte aus 2+2 SWS für Vorlesung und Übungen und 8 Leistungspunkte aus Vorlesung und erweiterten Übungen. Falls die Veranstaltung von Studierenden anderer Studiengänge gebucht wird, können sich andere Leistungspunkte ergeben.)*

Semesterwochenstunden: 4

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4022141 Vorlesung 2 SWS; Husemann, Ulrich

4022142 Übungen 2 SWS; Husemann, Schröder

Moderne Methoden der Datenanalyse: Computerpraktikum

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der statistischen Datenanalyse, wie sie z. B. in der Bachelorvorlesung Rechnernutzung in der Physik vermittelt werden, sind wünschenswert.

Lernziele:

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.

Literatur:

G. Cowan: Statistical Data Analysis, Oxford University Press

G. Bohm, G. Zech: [Einführung in Statistik und Messwertanalyse für Physiker](#), DESY eBook

V. Blobel, E. Lohrmann: [Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse](#), DESY eBook

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

Leistungsnachweis:

Bearbeitung der Computerübungen und Vorführung der Lösungen

Kurzvorträge im Rahmen der Übungen

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik

Lehrveranstaltungsnummer: 4022151

Modulverantwortliche: Drexlin, Bornschein

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Leistungspunkte: 6 oder 8 (wenn Teilnahme an Blockpraktikum)

Semesterwochenstunden: 3 oder 4

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4022151 Vorlesung 2 SWS; Drexlin, Bornschein

4022152 Übung 1 SWS; Drexlin, Bornschein, Priester

Blockpraktikum 1 SWS; Drexlin, Bornschein, Beate; Priester, Florian

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse in experimentellen Methoden

Lernziele:

- Methodenkompetenzerwerb: Methodisches Vorgehen bei der Auswahl von Messverfahren und bei der Berechnung von Messunsicherheiten
- Kommunikationskompetenzerwerb: Verbesserte Kommunikation zwischen Ingenieuren und Physikern

Inhalt:

Die Vorlesung soll helfen, den Einstieg in die experimentelle Welt zu erleichtern. Das Ziel der Vorlesung ist es, übliche Messmethoden zu erläutern und in Beispielen das erlernte Wissen auf praktische Messaufgaben anzuwenden. Im Vordergrund steht hier das methodische Vorgehen bei der Auswahl des Messverfahrens inklusive der anzuwendenden Messunsicherheitsbetrachtung. Darüber hinaus soll die Vorlesung einen Beitrag zu einer besseren Kommunikation zwischen Ingenieuren und Physikern führen (der Ingenieur 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, Ingenieuren und Physikern fördern. Im Detail werden u.a. 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.

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Voraussichtlich in Form von:

Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (u.a. Vorrechnen)

Erfolgreiche Teilnahme am Blockpraktikum

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Teilchenphysik II - W, Z, Top am Collider

Lehrveranstaltungsnummer: 4022161

Modulverantwortliche: Husemann, Mozer

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Teil eines Schwerpunkts- bzw. Ergänzungsfachs im Bereich Experimentelle Teilchenphysik.

Leistungspunkte: 6 *(Dies gilt nur für Physiker, dort ergeben sich 6 Leistungspunkte aus 2+1 SWS für Vorlesung und Übung. Falls die Veranstaltung von Studierenden anderer Studiengänge gebucht wird, können sich andere Leistungspunkte ergeben.)*

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4022161 Vorlesung 2 SWS; Husemann, Mozer

4022162 Übung 1 SWS; Husemann, Lobelle

Übungen zu Teilchenphysik II - W, Z, Top am Collider

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Kenntnisse der experimentellen Teilchenphysik aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang sowie der Vorlesung Teilchenphysik I im Masterstudiengang.

Lernziele:

Die Studierenden können die theoretischen und experimentellen Grundlagen der W-, Z- und Top-Physik sowie die wichtigsten Messungen an Collidern darstellen und vertiefen somit ihre Kenntnisse in der experimentellen Teilchenphysik in einem Spezialgebiet. Die Studierenden können Originalveröffentlichungen der Teilchenphysik auffinden und analysieren und moderne Techniken der Datenanalyse und Simulation auf die W-, Z- und Top-Physik verstehen und anwenden.

Inhalt:

Grundlagen: historische Einführung, Colliderphysik bei hohen Transversalimpulsen, Monte-Carlo-Simulationen.

W- und Z-Physik: Präzisionsphysik an der Z-Resonanz, Eigenschaften des W-Bosons, W/Z am LHC, W/Z+Jets, Paare von Vektorbosonen, trilineare und quartische Kopplungen, Suche nach W' und Z'.

Top-Physik: Produktion und Zerfall von Top-Paaren und einzelnen Top-Quarks, Top-Eigenschaften im Standardmodell, Rekonstruktion von Top-Ereignissen, Boosted Top, moderne Simulationsprogramme und Analysetechniken, aktuelle Messungen an Hadron-Collidern, Verbindung zwischen Top- und Higgs-Physik, Suche nach Neuer Physik mit Top-Quarks.

Literatur:

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].

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.

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).

Leistungsnachweis:

Diskussion wissenschaftlicher Veröffentlichungen im Stile eines „Paperseminars“

Bearbeitung der Computerübungen und Vorführung der Lösungen

Kurzvorträge im Rahmen der Übungen

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt- oder Ergänzungsfach.

Modul: Teilchenphysik II - Higgs-Physik

Lehrveranstaltungsnummer: 4022181

Modulverantwortlicher: Quast

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Bereich Teilchenphysik

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4022181 Vorlesung 2 SWS; Quast, Wolf

4022182 Übung 1 SWS; Quast, Wolf, Caspart

Übungen zu Teilchenphysik II - Higgs-Physik

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: Wird zusammen mit Teilchenphysik I als Schwerpunkt- bzw. Ergänzungsfach geprüft.

Empfehlungen: Grundkenntnisse aus den Veranstaltungen *Moderne Experimentalphysik III*, *Moderne Theoretischen Physik II* und *Rechnernutzung in der Physik* aus dem Bachelor-Studium und *Teilchenphysik I* aus dem Master-Studium werden vorausgesetzt.

Lernziele: Vertiefung der Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Teilchenphysik, Heranführen an den aktuellen Stand der Forschung, Kenntnis der relevanten theoretischen Konzepte und der experimentellen Techniken; Lösung einfacher Probleme in schriftlicher Form oder in praktischen Übungen am Computer, Erwerb von Kenntnissen typischer Computer-basierter Methoden zur Simulation teilchenphysikalischer Prozesse und Datenanalyse, Teamarbeit, Arbeit mit Primärliteratur, Verbesserung der Präsentationstechnik.

Inhalt:

Higgs-Sektor des Standardmodells der Teilchenphysik, Berechnung von Produktionsprozessen, Experimentelle Techniken und Methoden der statistischen Datenanalyse, historische Entwicklung und wichtige Experimente, experimentelle und theoretische Einschränkungen an die Eigenschaften des Higgs-Bosons, gegenwärtiger Kenntnisstand und Ausblick auf zukünftige Experimente.

Literatur:

Pov, Rith, Teilchen und Kerne (Springer)

Halzen, Martin, Quarks & Leptons (Wiley)

Aktuelle Veröffentlichungen und Reviews (s. Webseite der Vorlesung)

Leistungsnachweis:

in Form von:

Übungsblättern, Computer-Übungen und

Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung/Übung

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Theoretical Optics

Lehrveranstaltungsnummer: 4023111

Modulverantwortliche: Carsten Rockstuhl

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Optik und Photonik, Nano-Physik

Leistungspunkte: 4 (Vorlesung) und 2 (Übung)

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4023111 Vorlesung 2 SWS; C. Rockstuhl

4023112 Übung 1 SWS; G. Toscano, R. Alaei

Vorraussetzungen: None

Bedingungen: None

Empfehlungen: Solid mathematical background, good knowledge of classical electromagnetism and basic knowledge of quantum mechanics.

Lernziele:

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)
- 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)
- 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)

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

Leistungsnachweis:

Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Simulation nanoskaliger Systeme

Lehrveranstaltungsnummer: 4023121

Modulverantwortliche: Wenzel, Schug

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Leistungspunkte: 6 *(Dies gilt nur für Physiker und dort ergeben sie sich aus 2xSWS. Falls die Veranstaltung von Studierenden anderer Studiengänge gebucht wird, können sich andere Leistungspunkte ergeben.)*

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4023121 Vorlesung 2 SWS; Wenzel, Schug

4023122 Übung 1 SWS; Wenzel, Schug, Meded

Übungen zu Simulation nanoskaliger Systeme

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: grundlegende Kenntnisse der Thermodynamik und statistischen Mechanik

Lernziele: Erlangung von Wissen bezüglich der Herausforderungen in der Simulation nanoskaliger Systeme und der hierfür zur Verfügung stehenden Verfahren. Entwicklung von Fähigkeiten zur Analyse, Synthese und Anwendung bestehender Simulationsverfahren.

Inhalt:

Eingeführt werden Verfahren der Molekularen Modellierung (Molekulardynamik & Monte-Carlo-Verfahren), Quantenmechanik von Vielteilchensystemen in der Quantenchemie (LCAO, Hartree-Fock, Dichtefunktionaltheorie), die im Kontext von Anwendungen auf Moleküle und periodische Systeme diskutiert werden. Ein weiterer Schwerpunkt bildet die Behandlung des elektronischen Transports durch nanoskalige Systeme (Nanodrähte/einzelne Moleküle/organische Elektronik). Einführung in Multiskalensimulationen (QM/MM, Mehrstufenverfahren)

Literatur:

- Szabo: Modern Quantum Chemistry
- Leach: Molecular Modeling

Leistungsnachweis:

Übungen und Referate

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach. *(Diesen Punkt bitte nicht variieren, da er einheitlich für alle Masterveranstaltungen ist und von der Verwendung abhängt.)*

Modul: Physik der Quanteninformation

Lehrveranstaltungsnummer: 4023121

Modulverantwortliche: Michael Marthaler, Gerd Schön

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:
Quanteninformation, Quantencomputer

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4023121 Vorlesung 3 SWS; M. Marthaler

4023122 Übung 1 SWS; C. Karlewski

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

Lernziele:

Der Studierende soll in die Grundbegriffe der Quanteninformation eingeführt werden, die relevanten theoretischen Konzepte beherrschen lernen sowie die Konzepte und Funktionsweise eines Quantencomputers verstehen. In der Übung soll der Studierende konkrete Probleme der Quanteninformation lösen unter Anwendung des in der Vorlesung vermittelten Faktenwissens.

Inhalt:

In der Vorlesung Physik der Quanteninformation wird das Konzept der Benutzung der Quantenmechanik als Grundlage der Informationstechnologie vermittelt werden. Beginnend mit der Physik von 2-Zustandssystemen, die als quantenmechanische Version des klassischen Bits verstanden werden können, wird die Funktionsweise eines Quantencomputers erläutert. Es werden mehrere wesentliche Quantenalgorithmen besprochen werden die zeigen das es Probleme gibt die ein Hypothetischer Quantencomputer deutlich schneller lösen könnte als ein klassischer Computer. Weiterhin wird das Konzept der Quantenfehlerkorrektur eingeführt werden. Abschließend werden noch echte physikalische Systeme diskutiert werden, die zur Realisierung eines Quantencomputers verwendet werden sollen.

Literatur:

J. Stolze, D. Suter, Quantum Computing, Wiley-VCH

Leistungsnachweis:

Als Leistungsnachweis für unbenotete Studienleistungen insbesondere für das Physikalische Nebenfach gilt die erfolgreiche Teilnahme an der Übung (Vorrechnen der Übungsblätter in der Übung).

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Computational Photonics

Lehrveranstaltungsnummer: 4023131

Modulverantwortliche: Carsten Rockstuhl

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Optik und Photonik, Nano-Physik

Leistungspunkte: 4 (Vorlesung) und 2 (Übung)

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4023131 Vorlesung 2 SWS; C. Rockstuhl

4023132 Übung 1 SWS; G. Toscano, R. Alaei

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Optik, numerischen Physik und der höheren Mathematik werden vorausgesetzt.

Lernziele:

Die Simulation der Wechselwirkung von Licht mit Materie ist für das Verständnis vieler optischer Effekte und Systeme heutzutage eine unabdingbare Voraussetzung. Diese numerischen Experimente erlauben Einblicke in die Systeme, welche mit experimentellen Methoden häufig nicht mehr zugänglich sind und erlauben die Analyse von Systemen, welche mit experimentellen Methoden heutzutage noch nicht zu realisieren lassen.

Die numerische Lösung der Maxwell'schen Gleichungen, gemeinhin das Fundament der Optik und Photonik, ist dabei besonders kompliziert und herausfordernd, wenn Näherungen nicht möglich sind und man die Gleichungen rigoros im Sinne einer exakten Lösung berechnen muss. Dieser Aspekt ist besonders wichtig im Kontext der Mikro- und Nanooptik.

In dieser Vorlesung sollen die wichtigsten Strategien zur numerischen Lösung der Maxwell'schen Gleichungen vorgestellt werden. Dies betrifft die Darstellung der theoretischen Grundlagen der zu Grunde liegenden Idee, spezielle Aspekte die auftreten bei der Portierung des Problems in eine numerisch diskrete Basis, aber auch Beispiele für modern Anwendungen aus dem Gebiet der Mikro- und Nanooptik.

Inhalt:

In der Vorlesung werden systematisch verschiedene numerische Methoden zur Lösung der Maxwell'schen Gleichungen besprochen. Dabei unterscheiden wir allgemein Verfahren, welche die Maxwell'schen Gleichungen direkt lösen, wollen aber besonders auch Verfahren besprechen, welche anwendbar sind für eine bestimmte Geometrie, z.B. für eine strikt periodische Anordnungen von Materie oder auch für die Beschreibung des Problems der Wechselwirkung von Licht mit hochsymmetrischen Strukturen wie Kugeln.

Die Vorlesung wird komplettiert mit einer Übung, in welcher am Computer einige ausgewählte Verfahren in Matlab selbst implementiert werden sollen.

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Vorführung und Diskussion eigener Programmversuche mit MatLab.

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Rechnergestütztes Arbeiten (Einführung)

Lehrveranstaltungsnummer: 4023901

Modulverantwortliche: Jörg Schmalian

Einordnung in Studiengang: Bachelor, ab dem 1. Fachsemester

Leistungspunkte: 2

Semesterwochenstunden: 4

Modulturnus: jedes Semester

Lehr- und Lernformen:

Vorlesung und praktische Übungen

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen:

Lernziele:

Selbstständiger Einsatz von rechnergestützten Arbeitsmitteln im Studium

Inhalt:

Die Veranstaltung, die sich primär an Studenten der ersten Semester richtet, soll einen Überblick über Methoden und Werkzeuge der Rechnernutzung geben. In weitgehend unabhängigen Themenblöcken werden jeweils in einer Vorlesung und dazu angeschlossenen praktischen Übungen wichtige Applikationen und Arbeitsmittel vorgestellt, die im Studium hilfreich eingesetzt werden können.

Literatur: -

Leistungsnachweis:

Testierte Ausarbeitungen zu Aufgabenblättern über den Stoff der Vorlesung. Die Aufgabenblätter behandeln dabei einen Querschnitt der vorrausgegangenen Übungen.

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie

Lehrveranstaltungsnummer: 4024111

Modulverantwortliche: Mirlin

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:
Theorie der Kondensierten Materie

Leistungspunkte: 12

Semesterwochenstunden: 6

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4024111 Vorlesung 4 SWS; Mirlin

4024112 Übung 2 SWS; Mirlin, Protopopov, Briskot, König
Übungen zur Theorie der Kondensierten Materie II

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: In der Regel soll diese Vorlesung nach der Theorie der Kondensierten Materie I besucht werden.

Lernziele:

Vertiefung in dem Gebiet der Theorie der kondensierten Materie; Erlangen von Wissen über wichtigste Phänomene und Konzepte sowie über feldtheoretische Methoden der Untersuchung von Vielteilchensystemen

Inhalt:

Voraussichtliche Struktur der Vorlesung:

- Einleitung
- Green'sche Funktionen für nichtwechselwirkende Teilchen
- Vielteilchen-Green-Funktionen
- Feynman-Diagrammatik. Diagramm-Technik für ein System der wechselwirkenden Fermionen. Fermi-Flüssigkeit. Kollektive Anregungen.
- Green'sche Funktionen und Diagramm-Technik bei endlichen Temperaturen (Matsubara-Diagrammatik).
- Supraleitende Systeme.
- Nichtgleichgewicht-Systeme. Keldysh-Diagrammatik, quantenkinetische Gleichung.
- Vielteilchensysteme in 1D (Elektronen in Quantendrähten usw.): Bosonisierung, Luttinger-Flüssigkeit.
- Wechselwirkung von Elektronen mit magnetischen Störstellen: Kondo-Effekt.
- Stark korrelierte Elektronen: Hubbard-Modell und Mott-Metall-Isolator-Übergang.
- Einführung in die mesoskopische Physik: Unordnung-, Quanteninterferenz- und Wechselwirkungs-Effekte im Quantentransport.

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.
- H. Bruus, K. Flensberg, Many-body quantum theory in condensed matter systems
- A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory.
- T. Giamarchi, Quantum physics in one dimension.
- A. Kamenev, Field theory of non-equilibrium systems.

Leistungsnachweis:

Voraussichtlich in Form von: Vorrechnen in der Übung

Notenbildung: Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Density Functional Theory: Fundamentals and Practice**Lehrveranstaltungsnummer:** 4024121 / 4024122**Modulverantwortliche:** Evers**Einordnung in Studiengang:** Master Physik**Themenfeld/er:** Theorie der Kondensierten Materie, Nano-Physik**Leistungspunkte:** 8**Semesterwochenstunden:** 4 (2 V + 2 Ü)**Modulturnus:** SS**Lehr- und Lernformen:** Vorlesung 2 SWS: Evers; Übungen 2 SWS: Evers/N.N.**Lernziele:** Understanding the fundamentals of modern DFT. Apply common DFT-packages for standard applications in quantum chemistry and condensed matter physics.

Voraussetzungen: quantum mechanics

Inhalt: The fascination and also the technological potential of nanostructured materials derives largely from the fact that material and device properties can be very sensitive to atomistic details. Conversely, in order to understand experiments with such systems it is often very helpful, if not mandatory, to have available computer simulations and theoretical analysis tools that can describe and even predict how the system specific behavior is brought about by its individual atomistic or molecular structure. For this reason, the use of commercial or freeware software packages that offer such analysis tools is proliferating in theoretical as well as in experimental nanosciences.

By far the most important framework for such theoretical studies is the density functional theory (DFT). DFT owes its attractiveness and popularity to the fact that it offers a balanced trade off between numerical accuracy (molecular/crystal geometries, binding energies, band structures, work function, etc.) and the computational effort. However, what too often goes unnoticed is that the relative simplicity of DFT is deceptive. Up to now, one has to employ approximations in virtually all available DFT implementations (e.g. the "local density approximation", LDA) which are not controlled and therefore can lead to qualitatively completely incorrect results.

To meet these observations and developments, we offer a lecture course with exercises to students, PhD-students, postdocs and interested scientists from theory and experiment. The lecture will introduce into the basic ideas of DFT with an emphasis on where in practice things can go wrong due to uncontrolled approximations. Specific topics that we cover include

- The constituting equations: Hohenberg-Kohn equations and Levy's derivation
- Fundamental properties of DFT: exact results
- The Kohn-Sham-formulation of DFT
- Approximate functionals: LDA, GGA's and the hybrids
- Defects in common functionals and their consequences: The derivative discontinuity
- Applications of DFT: workfunctions, band-structures, lattice vibrations etc.

Our exercises offer a tutorial introduction into major software packages, AIMS and TURBOMOLE, and corresponding pedagogical examples in hands-on sessions.

- getting started: data format and input for ab-initio packages
- total energies and structure relaxation
- electronic structure and wavefunctions
- vibrations

Lectures will be delivered in English upon request.

Literatur: Will be given in the lecture

Leistungsnachweis: Nachweis der erfolgreichen Teilnahme an Übungen u. Hausaufgaben für den Übungsschein.

Notenbildung: mündliche Prüfung. Schein wird als Eingangsbedingung nicht verlangt.

Modul: Modern Computational Methods in Perturbative QCD for Collider Physics

Lehrveranstaltungsnummer: 4025131

Modulverantwortlicher: Kirill Melnikov

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld: Theoretische Teilchenphysik

Leistungspunkte: 4 (Vorlesung)

Semesterwochenstunden: 2

Modulturnus: –

Lehr- und Lernformen: 4025131 Vorlesung 2 SWS; K. Melnikov

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundkenntnisse in Quantenfeldtheorie werden vorausgesetzt.

Lernziele:

The goal is to introduce students to modern methods for computing scattering amplitudes for collider processes. Ideally, after taking this class, a student will be able to use these techniques in his/her research. To achieve this, I will work out many concrete examples on the blackboard to illustrate the usefulness of this methods and to give students enough time to absorb them. I will be giving occasional homework to solidify understanding of the subject.

Inhalt:

We will study analytic methods that are useful for calculating scattering amplitudes in gauge field theories, such as Quantum Chromodynamics (QCD). We will discuss spinor-helicity formalism for massless fermions and bosons, its generalization to the massive case, color-ordering for scattering amplitudes, BCFW recursion formula that allows on-shell computation of scattering amplitudes. We will also talk about factorization properties of scattering amplitudes in infra-red and collinear kinematic regions and how these properties can be used to organize computations of jet cross-sections for collider physics. Finally, we will talk about modern computational methods that allow us to obtain results for one-loop scattering amplitudes without use of Feynman diagrams.

Literatur:

We will rely on review articles 1) M. Peskin, "Simplifying Multi-Jet QCD computations", hep-ph/1101.2414; 2) L. Dixon, "A brief introduction to modern amplitude method", hep-ph/1301.5353 ; 3) L. Dixon, "Calculating scattering amplitudes efficiently", hep-ph/9601359 ; 4) R.K. Ellis et al. "One-loop calculations in quantum field theory: from Feynman diagrams to unitarity cuts", hep-ph/1105.4319.

Leistungsnachweis:

wird in der ersten Vorlesung bekannt gegeben

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Theoretische Teilchenphysik I

Lehrveranstaltungsnummer: 4026111

Modulverantwortliche: Mihaila Luminita

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:
Theoretische Teilchenphysik

Leistungspunkte: 12

Semesterwochenstunden: 6

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4026111 Vorlesung 4SWS; Mihaila

4026112 Übung 2 SWS; Mihaila, Kasprzik

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Elektrodynamik, Quantenmechanik und Relativitätstheorie

Lernziele:

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 Feldern; Störungstheorie, Feynmandiagramme; Berechnung von Wirkungsquerschnitten; Prozesse in der Quantenelektrodynamik und Quantenchromodynamik.

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Voraussichtlich durch Bearbeitung von Übungsblättern und Vorrechnen in den Übungen.

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkts-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Monte Carlo Ereignisgeneratoren

Lehrveranstaltungsnummer: 4026121

Modulverantwortliche: Stefan Gieseke

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:
Theoretische Teilchenphysik

Leistungspunkte: 6 (Vorlesung und Übung)

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4026121 Vorlesung 2 SWS; S. Gieseke

4026122 Übung 1 SWS; S. Gieseke

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundkenntnisse der Quantenmechanik und der Teilchenphysik werden vorausgesetzt, im Idealfall auch in Theoretischer Teilchenphysik.

Lernziele:

Die Studenten sollen die physikalischen Konzepte von Monte Carlo Ereignisgeneratoren in der Elementarteilchenphysik kennenlernen und die Lage versetzt werden, die Ergebnisse von Monte Carlo Simulationen in der Colliderphysik zu verstehen und zu beurteilen. In den Übungen sollen die Konzepte bei der Lösung von theoretischen Problemen und einfachen Programmieraufgaben angewandt werden können.

Inhalt:

Monte Carlo Methoden und Zufallszahlen. Phasenraum von Teilchenreaktionen. Matrixelemente aus Feynmangraphen. Weiche und Kollineare Gluonemissionen, Sudakov-Formfaktor. Partonschauermodelle. Phänomenologie von Confinement und Hadronisierung. Zerfälle von Hadronen. Multipartonwechselwirkung. Das Underlying Event in Hadron-Hadron Kollisionen. Parametertuning.

Literatur:

Ellis, Stirling, Webber: QCD and Colliderphysics (Cambridge University Press). Originalliteratur wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Als Leistungsnachweis für unbenotete Studienleistungen insbesondere für das Physikalische Nebenfach gilt die erfolgreiche Teilnahme an der Übung (Vorrechnen der Übungsblätter in der Übung).

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: General Relativity II

Lehrveranstaltungsnummer: 4026131

Modulverantwortliche: Klinkhamer

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Theoretische Teilchenphysik

Leistungspunkte: 10 (14)

Semesterwochenstunden: 5 (7)

Modulturnus: WS (bi-annually, if possible)

Lehr- und Lernformen:

4026131 General Relativity II; Klinkhamer

4026132 Übungen zu General Relativity II (Technical aspects); Klinkhamer; NN

4026135 Übungen zu General Relativity II (Conceptual aspects); Klinkhamer; NN

Lernziele:

Vertiefung in einem Gebiet der theoretischen Physik.

Inhalt:

Wird in der Vorlesung genannt.

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Wird in der Vorlesung genannt.

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach

Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach

Modul: Elektronenmikroskopie II

Lehrveranstaltungsnummer: 4027111, 4027112

Modulverantwortliche: Gerthsen, Dagmar

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie, Nano-Physik

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

Modulturnus: in der Regel SS

Lehr- und Lernformen:

4027111 **Elektronenmikroskopie II 2SWS; D. Gerthsen**

4027112 **Übungen zu Elektronenmikroskopie II 2SWS; D. Gerthsen und Mitarbeiter**

Voraussetzungen: keine, die Vorlesungen Elektronenmikroskopie I und II sind unabhängig voneinander, EM II kann gehört werden ohne EM I

Empfehlungen: Grundkenntnisse Optik, Festkörperphysik, Materialphysik oder Werkstoffkunde

Lernziele:

Die Studierenden sollen die Bildentstehung in der Rasterelektronenmikroskopie und Rasterionenmikroskopie, Nanostrukturierung mittels 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.

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.

Inhalt:

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

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt

Leistungsnachweis:

Praktische Übungen: Abgabe von Protokollen

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Beschleunigerphysik I: Teilchenbeschleuniger

Lehrveranstaltungsnummer: 4028111

Modulverantwortliche: Müller, Anke-Susanne

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er: Experimentelle Teilchenphysik, Experimentelle Astroteilchenphysik

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4 (2V+1Ü+1PÜ)

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4028111 Vorlesung 2 SWS; Müller, Anke-Susanne

4028112 Übung zu 4028111, 1 SWS; Müller, Anke-Susanne; Schönfeldt, Patrick

4028113 Praktische Übung an ANKA zu 4028111 1 SWS; Müller, Anke-Susanne; Hertle, Edmund

Lernziele:

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 sind ausserdem in der Lage, die verschiedenen Methoden zur Messung und Kontrolle von Strahlparametern zu identifizieren, klassifizieren und zu begründen.

Inhalt:

Die Vorlesung bietet eine Einführung in die Grundlagen der Physik moderner Teilchenbeschleuniger anhand von Beispielen aktueller Maschinen (wie z.B. LHC am CERN und ANKA am KIT). Folgende Themenschwerpunkte werden behandelt:

- Grundtypen von Beschleunigern (u.a. elektrostatische Beschleuniger, Linacs, Kreisbeschleuniger, Speicherringe & Collider)
- Grundlagen der Synchrotronstrahlung
- Strahloptik und Strahldynamik (z.B. Magnetische Linsen, Strahleigenschaften, transversale & longitudinale Schwingung und Dämpfung)
- Messung & Kontrolle von Strahlparametern
- Performance-Grenzen von Beschleunigern (z.B. Ultra-kurze Elektronenpulse, hochintensive Protonenstrahlen, Strahl-Strahl-Wechselwirkungen bei Collidern)
- Neue Technologien, aktuelle & zukünftige Projekte

Literatur (Auswahl):

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

Leistungsnachweis:

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern

Vorrechnen in der Übung

ggf. Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung/Übung

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Modern X-ray Physics III:

Optical Coherence in Microscopy, Tomography and Diffraction

Lehrveranstaltungsnummer: 4028131/4028134

Modulverantwortliche: Baumbach, Tilo; Hofmann, Ralf

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld: Kondensierte Materie

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

Modulturnus: SS

Lehr- und Lernformen:

4028131 Vorlesung 2 SWS; Hofmann, Ralf, Baumbach, Tilo

4028134 Übung 2 SWS; Hofmann, Ralf; Köhl, Martin, Philip Schroth

Vorraussetzungen: Die angebotenen Übungen sind als Leistungsnachweis erforderlich. Die Übungen enthalten optional die Möglichkeit der betreuten Durchführung von drei Experimenten an modernsten Röntgengeräten der Nationalen Synchrotronstrahlungsanlage ANKA am KIT CN.

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagen der klassischen Elektrodynamik, Optik und Basiswissen zur Festkörperphysik

Lernziele:

Der Studierende soll die experimentellen und theoretischen Grundlagen für die Durchführung der Datenakquisition bzw – interpretation in Hinsicht auf 2D und 3D Röntgenbildgebung im Real- und reziproken Raum erlangen. Dazu gehören mikroskopische Absorptions - und (nicht-)interferometrische Phasen-contrastbildung, diffraktionsverstärkte Beugung, und Streumethoden. Die Vorlesung stellt Verbindungen zu routinemäßigen Anwendungen dieser Methoden in den Lebenswissenschaften und der Festkörperforschung an ANKA her auch mittels konkreter experimenteller Gruppenarbeit, um das in der Vorlesung gewonnene Wissen anzuwenden.

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.

Literatur:

- ♦ Jens Als-Nielsen, Des McMorow: Elements of Modern X-Ray Physics, John Wiley & Sons, Ltd
- ♦ 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
- ♦ U. Pietsch, V. Holy, T. Baumbach, High-resolution X-ray scattering, Springer NY (2004)

Leistungsnachweis:

- ♦ Durchführung von Experimenten
- ♦ Abgabe von Übungsblättern
- ♦ Vorrechnen in der Übung

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Pulverdiffraktometrie

Lehrveranstaltungsnummer: 4028141

Modulverantwortlicher: Eichhorn

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld: Kondensierte Materie

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: Blockkurs nach Bedarf (zu Beginn des SS/WS)

Lehr- und Lernformen:

4028141 Vorlesung 2 SWS; Eichhorn

4028142 Übung 1 SWS; Eichhorn

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Kristallographische Grundkenntnisse wären hilfreich, z.B. der Stoff der Vorlesung „Kristallographische Grundlagen der Festkörperphysik“. Sie sind aber nicht Voraussetzung. Der Kurs wendet sich an Physiker, Chemiker, Mineralogen, Geologen und Werkstoffwissenschaftler.

Lernziele:

Grundlagen der Röntgenbeugung an polykristallinen Proben. Auswertung von Pulverdiffraktogrammen mit kommerziellen und freien Programmpaketen. Teilchengrößebestimmung und Spannungsanalyse.

Inhalt:

Schwerpunkt des Kurses ist die Rietveld-Technik und ihre Anwendungen zur Kristallstrukturanalyse und zur Probencharakterisierung. Behandelt werden die Grundlagen der Pulverdiffraktometrie sowie Verfahren zur Bestimmung und Verfeinerung von Kristallstrukturen aus Pulverdiffraktogrammen. Auf Seiten der Probencharakterisierung erfolgt eine Einführung in die Bestimmung von Teilchengrößen und in die röntgenographische Spannungsanalyse. Die praxisnahen Übungen erfolgen mit freien Programmpaketen zur Auswertung von Pulverdiagrammen (hauptsächlich Fullprof).

Literatur:

- ♦ W.Borchardt-Ott: Kristallographie, Springer 2002;
- ♦ K.Eichhorn: Vorlesungsskript Pulverdiffraktometrie, 2013.

Weiterführende Literatur und Quellen im Internet werden im Kurs vorgestellt.

Leistungsnachweis:

Lösung von Übungsaufgaben in Gruppenarbeit.

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Kristallstrukturbestimmung

Lehrveranstaltungsnummer: 4028151

Modulverantwortlicher: Eichhorn

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld: Kondensierte Materie

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

Modulturnus: Blockkurs nach Bedarf (zu Beginn des SS/WS)

Lehr- und Lernformen:

4028151 Vorlesung 2 SWS; Eichhorn

4028152 Übung 1 SWS; Eichhorn

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Kristallographische Grundkenntnisse wären hilfreich, z.B. der Stoff der Vorlesung „Kristallographische Grundlagen der Festkörperphysik“. Sie sind aber nicht Voraussetzung. Der Kurs wendet sich an Physiker, Chemiker, Mineralogen, Geologen und Werkstoffwissenschaftler.

Lernziele:

Grundlagen der Röntgenbeugung an Einkristallen. Strukturbestimmung und -verfeinerung mit kommerziellen und freien Programmpaketen. Fehlordnung und Verzwillingung. Interpretation der Ergebnisse. Kristallographische Datenbanken.

Inhalt:

Behandelt wird die Röntgenstrukturanalyse an Einkristallen mit Patterson-Techniken, mit Direkten Methoden und mit Dual Space Techniken. Der Lehrstoff umfaßt:

- ◆ Kristallographische Grundlagen, Röntgenbeugung an Einkristallen,
- ◆ Datensammlung und Datenreduktion,
- ◆ Pattersonfunktion und Schweratomtechnik,
- ◆ Intensitätsstatistik und Direkte Methoden,
- ◆ Isomorpher Ersatz, anomale Dispersion, MAD-Phasing,
- ◆ Dual Space Techniken (Shake 'n' Bake) und Simulated Annealing,
- ◆ Fouriersynthesen und Strukturverfeinerung,
- ◆ Interpretation der Ergebnisse, Kristallographische Datenbanken.

Die praxisnahen Übungen erfolgen mit Computerprogrammen zur automatischen Strukturbestimmung, schwerpunktmäßig mit SHELX/WinGX.

Literatur:

- ◆ W.Borchardt-Ott: Kristallographie, Springer 2002;
- ◆ K.Eichhorn: Vorlesungsskript Strukturbestimmung, 2013.

Weiterführende Literatur und Quellen im Internet werden im Kurs vorgestellt.

Leistungsnachweis:

Lösung von Übungsaufgaben in Gruppenarbeit.

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

Modul: Kernspintomographie

Lehrveranstaltungsnummer: 4029121

Modulverantwortliche: Arne Kasten

Einordnung in Studiengang: Master Physik

Leistungspunkte:

Semesterwochenstunden:

Modulturnus:

Lehr- und Lernformen:

Vorraussetzungen:

Bedingungen:

Empfehlungen:

Lernziele:

Inhalt:

Literatur:

Leistungsnachweis:

Notenbildung:

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.