

Modulhandbuch

Physik (M. Sc.)

Wintersemester 2015/16

KIT Campus Süd - Fakultät für Physik



Modulhandbuch für den Masterstudiengang Physik

Qualifikationsziele	3
Studienplan für den Master-Studiengang Physik	6
Übersicht über die einzelnen Module	22
Modul: Hauptseminar	23
Modul: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten	24
Modul: Solid-State Optics	25
Modul: Nano-Optics	26
Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I	27
Modul: Quantum information processing with solid-state devices	28
Modul: Supraleiter-Nanostrukturen	29
Modul: Nanotechnologie I	30
Modul: Astroteilchenphysik I	31
Modul: Einführung in die Kosmologie	33
Modul: Teilchenphysik I	35
Modul: Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung	37
Modul: Elektronik für Physiker	38
Modul: Analogelektronik	39
Modul: Digitalelektronik	40
Modul: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik	41
Modul: Teilchenphysik II: Experimentelle Flavour-Physik	42
Modul: Neutrinophysik	43
Modul: Theoretische molekulare Biophysik	44
Modul: Theorie der Kondensierten Materie I	45
Modul: Computational Condensed Matter Theory	47
Modul: Field Theories of Disordered Systems	48
Modul: Advanced topics in Quantum Field Theory	49
Modul: Physics of Strong Interactions	50
Modul: Theoretische Teilchenphysik II	51
Modul: Einführung in die Theoretische Teilchenphysik	52
Modul: Elektronenmikroskopie II	53
Modul: Beschleunigerphysik II: Synchrotronstrahlungsquellen	54
Modul: Modern X-ray Physics I: Characterisation of crystals, thin films and nanostructures	55
Modul: Modern X-ray Physics II: Condensed Matter Physics with Synchrotron Radiation	56

Qualifikationsziele

Das Physikstudium

Das Fach Physik gehört zu den klassischen Naturwissenschaften. Ein Studium der Physik ist zuallererst auf eine wissenschaftliche Tätigkeit als Physiker 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 ist jedoch nicht auf naturwissenschaftliche Forschung beschränkt, sondern Physiker/innen werden in der Gesellschaft breit eingesetzt. Dies ist wohl 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 Masterstudiengang Physik ist ein konsekutiver Studiengang und baut auf dem Bachelorstudiengang Physik auf.

Qualifikationsziele des Studienganges

Die Absolventen/innen des Masterstudienganges Physik kennen die fundamentalen wissenschaftlichen Grundlagen der experimentellen und theoretischen Physik und haben im Schwerpunkt-, Ergänzungs- und Physikalischen Nebenfach auf den aktuellen wissenschaftlichen Stand vertieft. Sie besitzen weiterführende Kenntnisse in einem aus einem Fächerkanon wählbaren Nichtphysikalischen Nebenfach. Sie verfügen über die praktische Fähigkeit, die Konzepte der theoretischen Physik zur Beschreibung von konkreten Problemen der Physik anwenden und die Probleme lösen zu können. Sie können weiterhin moderne Messverfahren inklusive einer statistisch relevanten Fehlerauswertung. Sie haben die Fähigkeit, basierend auf der Empirik, aus gemessenen Daten auf Zusammenhänge zu schließen, Modelle zu formulieren, Vorhersagen abzuleiten, diese konkret zu überprüfen und somit diese zu verifizieren oder zu falsifizieren. Die Absolventen/innen können Kenntnisse der theoretischen und experimentellen Physik auf aktuelle Forschung anwenden und sind in der Lage, technische Probleme unter Anwendung der Methoden des Faches zu analysieren sowie zu lösen. Auf der Grundlage des erworbenen Wissens ordnen sie Sachverhalte und Themengebiete fachgerecht ein. Die Absolventinnen und Absolventen verfügen weiterhin über weiterführende kulturelle Kompetenz in Bezug auf das klare Zusammenfassen wissenschaftlicher Ergebnisse und Forschungsergebnisse in Schrift und Wort und beherrschen didaktisch ansprechende Präsentationstechniken. Der erfolgreiche Abschluss des Studienganges ermöglicht eine Tätigkeit in verschiedenen beruflichen Bereichen (Berufsbezeichnung Physikerin/Physiker), wie der universitären und industriellen Forschung und Entwicklung, der Datenanalyse und Optimierung von Prozessen sowie der Programmierung und Hardwareanwendung.

Zusammen sind die beiden Studiengänge der Physik (Bachelor+Master) gleichwertig mit dem Diplomstudiengang. Die Definition der allgemeinen Qualifikationsziele auf Studiengangebene des 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.

Am KIT wird besonderer Wert auf eine forschungsnahe Lehre gelegt. Im Masterbereich haben die Studierenden eine in Deutschland einmalig große Wahlmöglichkeit, sich nach Ihren Interessen zu

spezialisieren und engen Kontakt zur Forschung im Hochschulbereich sowie im Großforschungsbereich zu gelangen.

Qualifikationsziele der einzelnen Fächer

Der konsekutive Master-Studiengang 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. Diese Wahlmöglichkeiten setzen eine solide Grundausbildung im Rahmen eines Bachelor-Studiengangs voraus. Von zentraler Bedeutung ist auch die Masterarbeit, die durch eine Spezialisierungsphase und eine Einführung in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten vorbereitet wird. Das Master-Studium kann weitgehend nach individuellen Neigungen und Fähigkeiten ausgerichtet werden.

Physikalisches Schwerpunkt-, Ergänzungs- und Nebenfach

In den Physikalischen Fächern bietet die Fakultät eine Auswahl von sieben physikalischen Themenfeldern an, welche die Forschungsaktivitäten der Fakultät widerspiegeln. Die Themenfelder sind gegliedert in den Bereich der experimentellen Physik (Bereich A): Kondensierte Materie, Nano-Physik, Optik und Photonik, Teilchenphysik und Astroteilchenphysik (EKP), und aus dem Bereich der theoretischen Physik (Bereich B): Theoretische Teilchenphysik sowie Theorie der Kondensierten Materie. 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). Im Physikalischen Schwerpunktfach erlangen die Studierende breite Kenntnis des aktuellen Forschungsstandes eines Forschungsfelds der Wissenschaft. Sie erlernen notwendige Techniken (experimentelle und/oder theoretische), die z.B. in Übungen, Praktika oder Tutorien geübt werden. Im Ergänzungsfach wird das Spezialwissen aus dem Schwerpunktfach komplementär ergänzt. Dies sichert den Erwerb von Fachkompetenzen aus der Breite der Physik. Im Physikalischen Nebenfach werden Kompetenzen aus einzelnen Modulen erlernt, die auf Modulebene definiert sind.

Nichtphysikalisches Wahlpflichtfach

Das nichtphysikalische Wahlpflichtfach mathematischer, naturwissenschaftlicher oder ingenieurwissenschaftlicher Richtung (8 ECTS-Punkte) 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.

Fortgeschrittenenpraktikum

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

Additive Schlüsselqualifikationen/Softskills

In den additiven Schlüsselqualifikationen im Umfang von 4 ECTS-Punkten werden Kompetenzen jenseits der fachlichen erworben. Module in den Bereichen Wissenschaftliches Englisch, Patentrecht, Projektmanagement, Tutorenprogramme, Wissenschaftliches Schreiben oder

Wissenschaft in der Öffentlichkeit werden durch das HoC regelmäßig angeboten.

Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und Spezialisierungsphase

Die Masterarbeit wird im dritten Mastersemester durch eine Spezialisierungsphase und eine Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten vorbereitet. In beiden Fächern werden fundierte Grundlagen und Schlüsselqualifikationen des „Wie treibt man Forschung“ Erlern. Im Fach „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“ erlernen die Studentinnen und Studenten 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 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 auch, Fachvorträge zu Spezialthemen zu hören, die nicht ihrem Spezialisierungsgebiet angehören, und durch geeignete Fragen an den Vortragenden ihre Kenntnisse zu erweitern.

Im Fach „Spezialisierungsphase“ bearbeitet der Student oder die Studentin selbstständig eine konkrete Aufgabenstellung, die im Zusammenhang mit der zukünftigen Masterarbeit steht. Dies kann z.B. die Durchführung von Messungen oder 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 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.

Masterarbeit

Die Masterarbeit ist neben dem Schwerpunkt-, dem Ergänzungs- 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 das Ganze mittels einer Niederschrift entsprechend darzustellen. Die Masterarbeit wird durch die Spezialisierungsphase und die Einführung in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten vorbereitet.

Leistungspunkte-System

Die Leistungspunkte werden auf Modulebene einzeln definiert. Dabei entspricht einem ECTS- oder Leistungspunkt ca. 30 Stunden (a 45 Minuten) Zeitaufwand. Der Zeitaufwand ist im einzelnen aufgeschlüsselt nach reiner Präsenzzeit, Vor- und Nachbereitungszeit für Vorlesungen, Übungen und Tutorien sowie Vorbereitung auf die Prüfungen.

Studienplan für den Master-Studiengang Physik

Stand: 28. September 2015 (www.physik.kit.edu/studium)

1. Einleitung

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 konsekutiven Bachelor- und Masterstudiengänge werden daher als Gesamtkonzept mit konsekutivem Curriculum angesehen.

Der konsekutive Master-Studiengang 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. Diese Wahlmöglichkeiten setzen eine solide Grundausbildung im Rahmen eines Bachelor-Studiengangs voraus und 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 Bachelor-Studiengangs Physik geeinigt und die Fakultät für Physik hat eine entsprechende Zugangssatzung erlassen. Von zentraler Bedeutung ist auch die Masterarbeit, die durch eine Spezialisierungsphase und eine Einführung in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten vorbereitet wird.

Das Curriculum wird ergänzt durch ein nichtphysikalisches Wahlpflichtfach mathematischer, natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Richtung. Schlüsselqualifikationen werden erworben in integrativer Weise u. a. durch die Module Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum und die Masterarbeit (Recherche, geplantes, zielführendes Arbeiten, Messtechnik, Protokollführung, Teamarbeit und Teamverantwortung). Additive Schlüsselqualifikationen im Umfang von 4 ECTS-Punkten¹ werden im Rahmen des Angebotes des HoC² des KIT erworben.

Die Studien- und Prüfungsordnung des Master-Studienganges Physik (SPO MA Physik) sieht zum erfolgreichen Abschluss des Studiums den Erwerb von 120 ECTS 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.

Als akademischer Grad wird nach der bestandenen Masterprüfung ein „Master of Science (M. Sc.)“ durch das Karlsruher Institut für Technologie verliehen.

Im Folgenden wird ein Überblick über den Ablauf des Master-Studienganges Physik gegeben. Die expliziten Durchführungsregelungen des Studienganges und der Prüfungen finden sich in der Studien- und Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Physik vom 1.10.2008 und der Änderungssatzung vom 21.4.2011 (siehe Amtliche Bekanntmachungen der Universität Karlsruhe (TH) vom 10. 9. 2008 und des KIT vom 21.4.2011 sowie der SPO 2015 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

¹ ECTS: European Credit Transfer System

² HoC: House of Competence

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 Modulhandbuch (siehe Internetseite der Fakultät).

2. Lehrveranstaltungen

Der angehängte tabellarische Studienplan gibt eine Übersicht über den Ablauf des Studiums.

a) Physikalisches Schwerpunkt-, Ergänzungs- und Nebenfach

Im Zentrum des Master-Studiums stehen eine Vertiefung und Spezialisierung der in einem Bachelor-Studium erworbenen Grundkenntnisse und Methoden bei gleichzeitiger Wahrung der fachlichen Breite. Das Master-Studium 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.

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

Die Themenfelder sind gegliedert in den Bereich der experimentellen Physik (Bereich A): Kondensierte Materie (PI, AP), Nano-Physik (PI, AP, TKM, TFP, CFN), Optik und Photonik (AP, TFP), Teilchenphysik (EKP) und Astroteilchenphysik (EKP), und aus dem 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 Schwerpunktfachs eine mündliche Einzelprüfung, bei der die Fachnote festgelegt wird. Im Fall des Ergänzungsfachs kann die Note mit Hilfe der Erfolgskontrollen oder in mündlichen Prüfungen ermittelt werden. Hierbei sind auch Gruppenprüfungen möglich. Bei dem physikalischen Nebenfach erfolgt keine Benotung. Als Erfolgskontrollen geeignet sind z.B. erfolgreiche Beteiligung an vorlesungsbegleitenden Übungen, kurze Vorträge (vorlesungsbegleitend oder blockartig am Ende des Semesters), kurze schriftliche Ausarbeitungen begrenzter Themen, Klausuren.

Der Prüfungsausschuss veröffentlicht eine Liste von pauschal zur Verwendung als Schwerpunkts-, Ergänzungs- oder Nebenfach genehmigten Modulen innerhalb der jeweiligen Fächer. Hiervon abweichende Module können auf Antrag vom Prüfungsausschuss explizit genehmigt werden.

Die Vorlesungen werden im experimentellen Bereich durch ein Praktikum in moderner Physik ergänzt.

b) 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. Hiervon abweichende Module müssen vom Prüfungsausschuss explizit genehmigt werden. Die Prüfung im nichtphysikalischen Wahlpflichtfach wird in der Regel mündlich durchgeführt.

c) Additive Schlüsselqualifikationen/Softskills

Neben den integrativen Schlüsselqualifikationen (SQ) müssen additive SQ im Umfang von 4 ECTS-Punkten erworben werden. Die entsprechenden Module in den Bereichen Wissenschaftliches Englisch, Patentrecht, Projektmanagement, Tutorenprogramme, Wissenschaftliches Schreiben oder Wissenschaft in der Öffentlichkeit werden durch das HoC angeboten. Derzeit werden alle vom HoC angebotenen Veranstaltungen als additive Schlüsselqualifikationen genehmigt. Hiervon abweichende Module müssen vom Prüfungsausschuss explizit genehmigt werden.

d) Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und Spezialisierungsphase

Die Masterarbeit wird im dritten Mastersemester durch eine Spezialisierungsphase und eine Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten vorbereitet. In beiden Fächern werden fundierte Grundlagen und (in integrativer Form) Schlüsselqualifikationen des „Wie treibt man Forschung“ vermittelt.

Im Fach „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“ erlernen die Studentinnen und Studenten 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 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 auch, Fachvorträge zu Spezialthemen zu hören, die nicht ihrem Spezialisierungsgebiet angehören, und durch geeignete Fragen an den Vortragenden ihre Kenntnisse zu erweitern.

Im Fach „Spezialisierungsphase“ bearbeitet der Student oder die Studentin selbstständig eine konkrete Aufgabenstellung, die im Zusammenhang mit der zukünftigen Masterarbeit steht. Dies kann z.B. die Durchführung von Messungen oder 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 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.

e) Masterarbeit

Die Masterarbeit (Umfang 30 ECTS-Punkte) ist neben dem Schwerpunkt-, dem Ergänzungs- und dem Nebenfach zentraler Bestandteil der Profilbildung und Vertiefung. Im Rahmen einer Masterarbeit demonstriert der bzw. die Studierende, dass er oder sie ein wissenschaftliches Problem selbstständig analysieren, geeignete Lösungen entwickeln, die Ergebnisse interpretieren und das Ganze mittels einer Niederschrift entsprechend darstellen kann.

Die Masterarbeit wird durch die Spezialisierungsphase und die Einführung in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten vorbereitet. Eine Masterarbeit darf nur von Prüfern nach §14(2) der SPO MA Physik vergeben werden unter Beachtung von §11(7) in der Fassung der Änderungssatzung vom 21.4.2011.

Die Anmeldung zur Spezialisierungsphase, zur Einführung in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten und zur Masterarbeit erfolgt im Prüfungssekretariat (Physikhochhaus Zimmer 9/13).

3. Anmeldung zu Leistungsüberprüfungen und Fachprüfungen

Zentrale online-Anmeldungen sind derzeit nicht möglich.

Elektronische Anmeldungen zum Besuch der Veranstaltungen sind nicht erforderlich.

Die erfolgreiche Teilnahme wird über Bescheinigungen bestätigt, die der Dozent ausstellt („Erfolgskontrollen anderer Art“).

Kontrolle und Prüfungsanmeldungen werden im Prüfungssekretariat der Fakultät erfolgen.

4. Notenbildung

Die Gesamtnote der Masterprüfung errechnet sich aus einem mit Leistungspunkten gewichteten Notendurchschnitt des Schwerpunktfaches, des physikalischen Ergänzungsfaches, des nichtphysikalischen Wahlpflichtfachs und der Masterarbeit.

5. Organisation der Fächer

Schwerpunktfach (SF)	20 ECTS
Ergänzungsfach (EF)	14 ECTS
Nebenfach (NF)	8 ECTS
Nichtphys. Wahlpflichtfach (WPF)	8 ECTS

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. Hierzu wird vom Prüfungsausschuss der Fakultät eine Positivliste erstellt. D.h. es gibt Veranstaltungen bzw. bewährte Kombinationen von Veranstaltungen, die empfohlen werden und bereits genehmigt sind. Studierende können andere Veranstaltungen bzw. Kombinationen als WPF beantragen, die dann im Prüfungsausschuss diskutiert und ggf. genehmigt werden.

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:

Maximal zwei Prüfer aus einem Institut

Die Prüfer im SF, EF, NF und nichtphysikalischen Wahlpflichtfach 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.

Berechnung der ECTS-Punkte:

1 SWS Vorlesung = 2 ECTS, 1 SWS Übung = 2 ECTS, Ausnahmen sind Übungen mit Praktikums-Charakter.

Seminare sind nicht vorgesehen (aber Vorträge innerhalb der Übungen sind möglich).

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 Bachelor-Studium als Teil des nichtphysikalischen Wahlpflichtfaches erbracht worden sind, können nicht ein weiteres Mal im Master-Studium verwendet werden.

Für das nichtphysikalische Wahlpflichtfach (WPF) wird eine Positivliste erarbeitet und alle anderen Veranstaltungen sind zustimmungspflichtig.

Die Note im nichtphysikalischen Wahlpflichtfach wird in der Regel in einer mündlichen Prüfung ermittelt.

Bereich A: Experimentelle Physik

Kondensierte Materie

regelmäßige Veranstaltungen	*	SWS	ECTS
Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I (mit/ohne Übungen) <i>Electronic properties of solids I (with/without Exercises)</i>	WS	v4u1/v4u0	10/8
Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II (mit/ohne Übungen) <i>Electronic properties of solids II (with/without Exercises)</i>	SS	v2u1/v2u0	6/4
Halbleiterphysik <i>Physics of semiconductors</i>	SS	v4u1	10
Elektronenmikroskopie I <i>Electron microscopy I</i>	WS	v2u2	8
Oberflächenphysik (mit/ohne Übungen) <i>Physics of solid state surfaces (with/without Exercises)</i>	SS	v4u1/v4u0	10/8
Solid-State Optics	WS	v4u1	10
weitere Veranstaltungen			
Quantum information processing with solid-state devices		v2u1	6
Introduction into quantum optics and quantum communication		v3u1	8
Kristallographische Grundlagen der Festkörperphysik <i>Fundamentals of solid state crystallography</i>	WS	v2u1	6
Kristallstrukturbestimmung <i>Determination of crystal structures</i>		v2u1	6
Materialphysik (mit/ohne Übungen) <i>Material physics (with/without Exercises)</i>		v3u1/v3u0	8/6
Experimentelle Methoden der Halbleiterphysik <i>Experimental methods in semiconductor physics</i>	SS	v3	6
Supraleiter-Nanostrukturen <i>Superconducting nanostructures</i>		v2u1	6
Magnetische Resonanz <i>Magnetic resonance</i>		v2	4
Elektronenmikroskopie II <i>Electron microscopy II</i>		v2u2	8
Pulverdiffraktometrie <i>Powder diffraction</i>		v2u1	6
Beschleunigerphysik II: Synchrotronstrahlungsquellen <i>Physics of accelerators II: Sources of synchrotron radiation</i>	WS	v2u1	6
Modern X-ray Physics I: Characterisation of thin films and nanostructures	WS	v2u2	8
Modern X-ray Physics II: Characterisation of structure and dynamics of solids	WS	v2u2	8
Phasenübergänge – Konzepte und Experimente <i>Phase Transitions - Concepts and Experiments</i>		v2	4

*Semester, in dem die Veranstaltung in der Regel angeboten wird.

Vorgeschriebene Veranstaltung für das SF:

- Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I
ODER
- Halbleiterphysik

Nanophysik

regelmäßige Veranstaltungen	*	SWS	ECTS
Nanotechnologie I <i>Nanotechnology I</i>	WS	v2	4
Nanotechnologie II <i>Nanotechnology II</i>	SS	v2	4
Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I (mit/ohne Übungen) <i>Electronic properties of solids I (with/without Exercises)</i>	WS	v4u1/v4u0	10/8
Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II (mit/ohne Übungen) <i>Electronic properties of solids II (with/without Exercises)</i>	SS	v2u1/v2u0	6/4
Halbleiterphysik <i>Physics of semiconductors</i>	SS	v4u1	10
Oberflächenphysik (mit/ohne Übungen) <i>Physics of solid state surfaces (with/without Exercises)</i>	SS	v4u1/v4u0	10/8
Elektronenmikroskopie I <i>Electron microscopy I</i>	WS	v2u2	8
Nano-Optics	WS	v3u1	8
Advanced Optical Materials	WS	v3u1	8
weitere Veranstaltungen			
Experimentelle Biophysik I <i>Experimental Biophysics I</i>		v4u2	12
Experimentelle Biophysik II <i>Experimental Biophysics II</i>		v4u2	12
Elektronenmikroskopie II <i>Electron microscopy II</i>		v2u2	8
Elektronenoptik <i>Electron optics</i>		v2u1	6
Modern X-ray Physics I: Characterisation of thin films and nanostructures	WS	v2u2	8
Modern X-ray Physics II: Characterisation of structure and dynamics of solids	WS	v2u2	8
Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen <i>Electronic properties of nanostructures</i>		v3u1	8
Supraleiter-Nanostrukturen <i>Superconducting nanostructures</i>		v2u1	6
Theorie des Quantentransports in Nanostrukturen <i>Theory of quantum transport in nanostructures</i>		v3u1	8T
Physik der Quanteninformation <i>Theory of quantum information</i>		v3u1	8T
Simulation nanoskaliger Systeme <i>Simulation of Nanoscale Systems</i>		v2u1	6T
Theoretische molekulare Biophysik <i>Theoretical molecular Biophysics</i>		v2u1	6T
Biophysik II – Biomolekulare Spektroskopie und Dynamik <i>Biophysics II - Biomolecular Spectroscopy and Dynamics</i>		v4u2	12T
Exploring biomolecular interactions by single-molecule fluorescence		v2	4
Lichtoptische Mikroskopie und Nanoskopie		v2	4

*Semester, in dem die Veranstaltung in der Regel angeboten wird.

Vorgeschriebene Veranstaltungen für das SF:

- Nanotechnologie I und II
UND
- Eine der Veranstaltungen: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, Halbleiterphysik, Oberflächenphysik, Experimentelle Biophysik I oder II

Vorgeschriebene Veranstaltungen für das EF:

- Nanotechnologie I und II

T: Theorievorlesungen, nicht geeignet, wenn „Nanophysik“ das einzige experimentelle Fach ist

Optik und Photonik

regelmäßige Veranstaltungen	*	SWS	ECTS
Solid-State Optics	WS	v4u1	10
Advanced Optical Materials	WS	v3u1	8
Nano-Optics	WS	v3u1	8
Theoretical Optics (Theorie)	SS	v2u1	6T
Theoretical Nanooptics (Theorie)	SS	v2u1	6T
Numerical Methods in Photonics (Theorie)	WS	v2u2	8T
Molecular Spectroscopy (<i>extern</i>)	WS	v2u1	6
Nonlinear Optics (<i>extern</i>)	SS	v2u1	6
Photovoltaik (<i>extern</i>) <i>Photovoltaics</i>	WS+SS	v3	6
weitere Veranstaltungen			
Modern X-ray Physics I: Characterisation of thin films and nanostructures	WS	v2u2	8
Modern X-ray Physics III: Optical Coherence, Imaging, and Computed Tomography	SS	v2u2	8
Experimentelle Biophysik I <i>Experimental Biophysics I</i>		v4u2	12
Experimentelle Biophysik II <i>Experimental Biophysics II</i>		v4u2	12
Exploring biomolecular interactions by single-molecule fluorescence		v2	4
Lichtoptische Mikroskopie und Nanoskopie <i>Light Optical Microscopy and Nanoscopy</i>		v2	4
Biophysik II – Biomolekulare Spektroskopie und Dynamik <i>Biophysics II - Biomolecular Spectroscopy and dynamics</i>		v4u2	12
Introduction into Quantum Optics and Quantum Communication		v3u1	8

*Semester, in dem die Veranstaltung in der Regel angeboten wird.

Vorgeschriebene Veranstaltungen für das SF:

- Solid-State Optics
UND
- Theoretical Optics

Einschränkungen für das EF:

- maximal eine Veranstaltung aus dem Bereich „weitere Veranstaltungen“
- maximal eine Veranstaltung aus dem externen Angebot

T: Theorievorlesungen, nicht geeignet, wenn „Optik und Photonik“ das einzige experimentelle Fach ist

Experimentelle Teilchenphysik

regelmäßige Veranstaltungen	*	SWS	ECTS
Teilchenphysik I <i>Particle Physics I</i>	WS	v3p2	8
Teilchenphysik II: (s.u.) <i>Particle Physics II</i>	SS	v2u1	6
Moderne Methoden der Datenanalyse (ohne/mit erweit. Übungen) <i>Modern Methods of Data Analysis (without/with ext. Exercises)</i>	SS	v2p2/4	6/8
Elektronik für Physiker <i>Electronics for Physicists</i>	WS	v4p4	12
Beschleunigerphysik I: Teilchenbeschleuniger (ohne/mit erweit. Übungen) <i>Accelerator Physics I: Particle Accelerators (without/with ext. Exercises)</i>	SS	v2u1/2	6/8
Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik A <i>Measurement methods and Techniques in Experimental Physics A</i>	SS	v2u2	8
Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik (ohne/mit erweit. Übungen) <i>Detectors for Particle and Astroparticle Physics (without/with ext. Exercises)</i>	WS	v2u1/2	6/8
weitere Veranstaltungen			
Teilchenphysik II – Supersymmetrie <i>Particle Physics II - Supersymmetry</i>		v2u1	6
Teilchenphysik II – Flavour-Physik <i>Particle Physics II – Flavour Physics</i>		v2u1	6
Teilchenphysik II – W, Z, Top am Collider <i>Particle Physics II – W, Z, Top at Colliders</i>		v2u1	6
Teilchenphysik II – Jet-Physik <i>Particle Physics II – Jet Physics</i>		v2u1	6
Teilchenphysik II – Higgs-Physik <i>Particle Physics II – Higgs Physics</i>		v2u1	6
Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik B <i>Measurement methods and Techniques in Experimental Physics B</i>		v2u1	6

*Semester, in dem die Veranstaltung in der Regel angeboten wird.

Vorgeschriebene Veranstaltungen für das SF:
Teilchenphysik I und eine Veranstaltung Teilchenphysik II

Vorgeschriebene Veranstaltung für das EF:
Teilchenphysik I

Experimentelle Astroteilchenphysik

regelmäßige Veranstaltungen	*	SWS	ECTS
Astroteilchenphysik I <i>Astroparticle Physics I</i>	WS	v2u2	8
Astroteilchenphysik II – (s.u.) <i>Astroparticle Physics II</i>	SS	v2u1	6
Einführung in die Kosmologie <i>Introduction to Cosmology</i>	WS	v2u1	6
Moderne Methoden der Datenanalyse (ohne/mit erweit. Übungen) <i>Modern Methods of Data Analysis (without/with ext. Exercises)</i>	SS	v2p2/4	6/8
Elektronik für Physiker <i>Electronics for Physicists</i>	WS	v4p4	12
Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik A <i>Measurement methods and Techniques in Experimental Physics A</i>	SS	v2u2	8
Beschleunigerphysik I: Teilchenbeschleuniger (ohne/mit erweit. Übungen) <i>Accelerator Physics I: Particle Accelerators (without/with ext. Exercises)</i>	SS	v2u1/2	6/8
Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik (ohne/mit erweit. Übungen) <i>Detectors for Particle and Astroparticle Physics (without/with ext. Exercises)</i>	WS	v2u1/2	6/8
weitere Veranstaltungen			
Astroteilchenphysik II: Dunkle Materie und Gravitationswellen <i>Astroparticle Physics II: Dark Matter and Gravitational Waves</i>	SS	v2u1	6
Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung <i>Astroparticle Physics II: Cosmic Rays</i>	WS	v2u1	6
Astroteilchenphysik II: Gamma-Strahlung <i>Astroparticle Physics II: Gamma Rays</i>	SS	v2u1	6
Astroteilchenphysik II: Teilchen und Sterne <i>Astroparticle Physics II: Particles and Stars</i>		v2u1	6
Hochenergie-Astrophysik I <i>High-Energy Astrophysics I</i>		v2u1	6
Hochenergie-Astrophysik II <i>High-Energy Astrophysics II</i>		v2u1	6
Neutrino-Physik <i>Neutrino Physics</i>		v2u1	6
Messmethoden und Techniken der Experimentalphysik B <i>Measurement methods and Techniques in Experimental Physics B</i>		v2u1	6

*Semester, in dem die Veranstaltung in der Regel angeboten wird.

Vorgeschriebene Veranstaltungen für das SF:
Astroteilchenphysik I und II

Vorgeschriebene Veranstaltung für das EF:
Astroteilchenphysik I oder Kosmologie

B Bereich Theoretische Physik

Theoretische Teilchenphysik

regelmäßige Veranstaltungen	*	SWS	ECTS
Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen und Vertiefungen (mit/ohne Übungen) <i>Theoretical Particle Physics I, Fundamentals and Advanced Topics (with/without Exercises)</i>	SS	v4u2/0	12/8
Theoretische Teilchenphysik I, Grundlagen (mit/ohne Übungen) <i>Theoretical Particle Physics I, Fundamentals (with/without Exercises)</i>	SS	v3u1/0	8/6
Theoretische Teilchenphysik II, Grundlagen und Vertiefungen (mit/ohne Übungen) <i>Theoretical Particle Physics II, Fundamentals and Advanced Topics (with/without Exercises)</i>	SS	v4u2/0	12/8
Theoretische Teilchenphysik II, Grundlagen (mit/ohne Übungen) <i>Theoretical Particle Physics II, Fundamentals (with/without Exercises)</i>	SS	v3u1/0	8/6
weitere Veranstaltungen			
Einführung in die Flavourphysik <i>Introduction to Flavor Physics</i>		v3u2	10
Physik jenseits des Standardmodells <i>Physics beyond the Standard Model</i>		v4u2	12
QCD und Colliderphysik <i>QCD and Collider Physics</i>		v3u2	10
Supersymmetrie an Collidern <i>Supersymmetry at Colliders</i>		v2	4
Computational Physics		v2u2	8
Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien <i>Symmetries, Groups and extended Gauge Theories</i>		v4u2	12
Pfadintegrale, Renormierungsgruppen und vereinheitlichte Theorien <i>Path Integrals, Renormalization Group and Unified Theories</i>		v3u2	10
Pfadintegrale und QCD <i>Path Integrals and QCD</i>		v2u1	6
Higgs-Phänomenologie <i>Higgs Phenomenology</i>		v2	4
Allgemeine Relativitätstheorie und Kosmologie <i>General Relativity and Cosmology</i>		v3u2	10
Gravitation und Kosmologie 1 A/B <i>Gravitation and Cosmology 1 A/B</i>		v3u2/v2u2	10/8
Gravitation und Kosmologie 2 A/B <i>Gravitation and Cosmology 2 A/B</i>		v3u2/v2u2	10/8

*Semester, in dem die Veranstaltung in der Regel angeboten wird.

Vorgeschriebene Veranstaltung für das SF:
Theoretische Teilchenphysik I

Theorie der Kondensierten Materie

regelmäßige Veranstaltungen	*	SWS	ECTS
Theorie der kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen <i>Condensed Matter Theory I, Fundamentals and Advanced Topics</i>	WS	v4u2	12
Theorie der kondensierten Materie I, Grundlagen <i>Condensed Matter Theory I, Fundamentals</i>	WS	v3u1	8
Theorie der kondensierten Materie II, Grundlagen und Vertiefungen <i>Condensed Matter Theory II, Fundamentals and Advanced Topics</i>	SS	v4u2	12
Theorie der kondensierten Materie II, Grundlagen <i>Condensed Matter Theory II, Fundamentals</i>	SS	v3u1	8
Theorie der Kondensierten Materie IIa: (s.u.) <i>Condensed matter theory IIa:</i>	SS/WS	v3u1	8
TKM IIa (mind. eine wird regelmäßig angeboten)			
Theorie des Quantentransports in Nanostrukturen <i>Theory of quantum transport in nanostructures</i>		v3u1	8
Physik der Quanteninformation <i>Theory of quantum information</i>		v3u1	8
Theorie der Supraleitung <i>Theory of superconductivity</i>		v3u1	8
Theorie des Magnetismus <i>Theory of magnetism</i>		v3u1	8
Festkörpertheorie mit computergestützten (ohne/mit Übungen) <i>Computational Condensed Matter Theory (without/with Exercises)</i>		v3u1/0	8/6
weitere Veranstaltungen			
Feldtheorien der kondensierten Materie (ohne/mit Übungen) <i>Field theories of condensed matter (without/with Exercises)</i>		v2u0/1	4/6
Theoretische molekulare Biophysik <i>Theoretical molecular biophysics</i>		v2u1	6
Theorie der stark korrelierten Materialien <i>Theory of strongly correlated materials</i>		v2	4
Festkörperbasierte Optik und Photonik <i>Solid-state based optics and photonics</i>		v2u1	6
Quantum Physics in One Dimension		v2	4
Simulation nanoskaliger Systeme		v2u1	6
Dichtefunktionaltheorie: Grundlagen und Anwendungen <i>Density Function Theory: Fundamentals and Applications</i>		v2u1	6
Theoretical Nanooptics	SS	v2u1	6

*Semester, in dem die Veranstaltung in der Regel angeboten wird.

Vorgeschriebene Veranstaltung für das SF:

- Theorie der Kondensierten Materie I

C Veranstaltungen der Geophysik und Meteorologie
Geeignet für das physikalische Ergänzungs- oder Nebenfach
Geophysik

Die folgenden Lehrveranstaltungen sind Bestandteil des Masterstudiengangs Geophysik und werden ab dem WS 2011/12 im jährlichen Turnus angeboten:

Veranstaltungen		SWS	ECTS
Physik seismischer Messinstrumente <i>Physics of seismic instruments</i>	WS	v2u1	6
Seismologische Signalverarbeitung <i>Seismological signal processing</i>	WS	u2	4
Array Processing	WS	v1u1	4
Reflexionsseismisches Processing <i>Seismic imaging</i>	WS	v2u2	8
Geological Hazards and Risks	WS	v2u1	6
Theorie seismischer Wellen <i>Theory of seismic waves</i>	SS	v2u1	6
Ingenieurgeophysik <i>Engineering geophysics</i>	SS	v1u1	4
Inversion und Tomographie <i>Inversion and Tomography</i>	SS	v2u2	8

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

Veranstaltungen		SWS	ECTS
Bohrlochseismometrie <i>Seismic measurements within boreholes</i>	SS	v2u1	6
Simulation seismischer Wellen <i>Simulation of seismic waves</i>	WS	v2u1	6
Reflexionsseismisches Processing (weiterführende Übung) <i>Seismic imaging (advanced level)</i>	WS	u2	4
Seismologie <i>Seismology</i>	WS	v2u2	8

Meteorologie

Die folgenden Lehrveranstaltungen sind Bestandteil des Bachelor- oder Masterstudiengangs Meteorologie und werden regelmäßig angeboten:

Veranstaltungen	SWS	ECTS
Theoretische Meteorologie I für Physiker <i>Theoretical Meteorology I for physicists</i>	v3	6
Theoretische Meteorologie II für Physiker <i>Theoretical Meteorology II for physicists</i>	v2	4
Theoretische Meteorologie III für Physiker <i>Theoretical Meteorology III for physicists</i>	v3	6
Synoptik I (Wettervorhersage) für Physiker <i>Synoptic Meteorology and Interpretation of Weather Charts I for physicists</i>	v2	4
Synoptik II für Physiker <i>Synoptic Meteorology and Interpretation of Weather Charts II for physicist</i>	v2	4
Numerische Wettervorhersage für Physiker <i>Numerical Weather Prediction for physicists</i>	v2	4
Fortgeschrittene numerische Wettervorhersage für Physiker <i>Advanced Numerical Weather Prediction for physicists</i>	v2	4
Fernerkundung atmosphärischer Zustandsgrößen für Physiker <i>Remote Sensing of Atmospheric State Variables for physicsits</i>	v2	4
Fortgeschrittene Meßverfahren für Physiker <i>Advanced Meteorological Measurement Techniques for pysicsits</i>	v2	4
Umweltmeteorologie für Physiker <i>Environmental Meteorology for physicsits</i>	v2	4
Meteorologische Naturgefahren für Physiker <i>Meteorological Natural Hazards for physicsits</i>	v2	4

Verpflichtend ist Theoretische Meteorologie I für Physiker.

Leistungen, die im Bachelor-Studium als Teil des nichtphysikalischen Wahlpflichtfachs erbracht worden sind, können nicht ein weiteres Mal im Master-Studium verwendet werden. Falls Theoretische Meteorologie I schon während des Bachelor-Studiums als Teil des nichtphysikalischen Wahlpflichtfachs „Meteorologie“ abgelegt wurde, ist stattdessen Theoretische Meteorologie II für Physiker verpflichtend.

Für das NF wird eine, für das EF werden zwei weitere Veranstaltungen aus der Liste gewählt.

Abbildung Studienplan

SN							CP
1	Physikalisches Schwerpunktfach 8	Physikalisches Ergänzungsfach 8	Physikalisches Nebenfach* 8	Fortgeschrittenen Praktikum* P4 6			30
2	Physikalisches Schwerpunktfach 12	Physikalisches Ergänzungsfach 6			WPF* V4Ü2 8	Softskills* 4	30
3	Spezialisierungsphase (3Monate) 15		Einführung in das wiss. Arbeiten (3 Monate) 15				30
4	Masterarbeit (6Monate) 30						30
	Summe						120

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

Übersicht über die einzelnen Module

Modul: Hauptseminar

Lehrveranstaltungsnummer: die Nummer des individuell ausgewählten Seminars

Modulverantwortliche: Dozenten der Physik

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfelder je nach Veranstaltung

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 4

Semesterwochenstunden: 2

Arbeitsaufwand: 120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung (30 Stunden) sowie Vorbereitung des eigenen Vortrags inkl. Probevortrag (60 Stunden)

Modulturnus: jedes Semester

Moduldauer: ein Semester

Lehr- und Lernformen: Seminar

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: keine

Qualifikationsziele: Es werden wissenschaftliche Präsentationstechniken anhand eines eigenen Vortrags sowie den Vorträgen der anderen Teilnehmer erlernt. Dies beinhaltet die selbständige Sammlung an 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: Nebst den Präsentatoinstechniken werden je nach Themenwahl spezielle wissenschaftliche Themen bis hin zum aktuellen Forschungsstand vermittelt.

Literatur: Neben Lehrbüchern zu den Spezialthemen werden insbesondere wissenschaftliche Fachartikel verwendet.

Leistungsnachweis: Der Leistungsnachweis besteht aus regelmäßiger Anwesenheit sowie dem eigenen Vortrag.

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

Modul: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Masterstudenten

Lehrveranstaltungsnummer: 4011333

Modulverantwortliche: Naber, Andreas; Sürgers, Christoph; Wolf, Joachim

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er: Moderne experimentelle Physik

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 4

Arbeitsaufwand: 5 Versuche, 180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Vorbereitung, Auswertung der Versuche und Anfertigen der Protokolle (120).

Modulturnus: jedes Semester

Moduldauer: ein Semester

Lehr- und Lernformen: Praktikum

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: Verpflichtende Teilnahme an Vorbesprechung mit Sicherheitsunterweisung und Strahlenschutzbelehrung.

Empfehlungen: keine

Qualifikationsziele: Erlernen moderner experimenteller Methoden und Techniken sowie Vermittlung fortgeschrittener Fähigkeiten bei Versuchsaufbau, Messung und Auswertung.

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.

Literatur: Lehrbücher der Experimentalphysik. Spezielles Material für jeden einzelnen Versuch wird bereitgestellt.

Leistungsnachweis: 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/>.

Notenbildung: Unbenotete Veranstaltung

Modul: Solid-State Optics

Lehrveranstaltungsnummer: 4020011

Modulverantwortliche: Michael Hetterich

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Optik und Photonik, Kondensierte Materie

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 10

Semesterwochenstunden: 5

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4020011 Vorlesung 4 SWS; M. Hetterich

4020012 Übung 1 SWS; M. Hetterich

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik und Quantenmechanik werden vorausgesetzt.

Qualifikationsziele:

Die Studierenden sollen durch die Vorlesung und begleitende Diskussionen im Rahmen der Übung in grundlegende theoretische Konzepte sowie makroskopische und mikroskopische Modelle zur Beschreibung der optischen Eigenschaften von Festkörpern eingeführt werden, darüber hinaus auch in die entsprechenden experimentellen Messmethoden. Insbesondere sollen sie die Lage versetzt werden, das erworbene Wissen auf konkrete Probleme im Bereich der experimentellen Festkörper-Optik anzuwenden.

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.

Literatur:

C. Klingshirn: Semiconductor Optics (Springer). F. Wooten: Optical Properties of Solids (Academic Press), H. Ibach and H. Lüth, Solid-State Physics.

Leistungsnachweis:

Mündliche Prüfung

Notenbildung:

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

Modul: Nano-Optics

Lehrveranstaltungsnummer: 4020021

Modulverantwortliche: Naber, Andreas

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

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen: 4020021 Vorlesung 3 SWS; 4020022 Übung 1 SWS

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse in Optik

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).

Literatur: Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis: Vorrechnen von Übungsaufgaben; Referate

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

Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I

Lehrveranstaltungsnummer: 4021011

Modulverantwortliche: Georg Weiss, Frank Weber

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

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 10

Semesterwochenstunden: 5

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4021011 Vorlesung 4 SWS; Georg Weiss, Frank Weber

4021012 Übung 1 SWS; Georg Weiss, Frank Weber

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

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

Qualifikationsziele:

Die Studierenden sollen die Konzepte zur Beschreibung der elektronischen Eigenschaften von Festkörpern kennen lernen, insbesondere bei starken Elektron-Elektron und magnetischen Wechselwirkungen, sowie die wichtigsten experimentellen Methoden, auf deren Basis diese Konzepte erstellt bzw. verifiziert werden.

Inhalt:

1. Bandstruktur von Festkörpern
2. Grundbegriffe des Magnetismus
3. Magnetische Wechselwirkungen
4. Phasenübergänge
5. Magnetische Strukturen
6. Transport
7. Stark korrelierte Elektronensysteme

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

W. Gebhardt, U. Krey, Phasenübergänge und kritische Phänomene

Leistungsnachweis:

Anwesenheit in den Übungen und Vorrechnen.

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

Modul: Quantum information processing with solid-state devices

Lehrveranstaltungsnummer: 4021021

Modulverantwortliche: Ustinov, Alexey; Lisenfeld, Jürgen

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie, Nanotechnologie, Quanteninformationsverarbeitung

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4021021 Vorlesung 2 SWS; J. Lisenfeld; A.V. Ustinov

4021022 Übungen 2 SWS; P. Yang; J. Lisenfeld; A.V. Ustinov

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik

Qualifikationsziele:

Der Studierende erwirbt ein grundlegendes Verständnis der Prinzipien der Quanteninformationsverarbeitung und der Funktionsweise von Computern auf Basis von Quantenbits (Qubits). Dies umfasst das Erlernen der theoretischen Grundlagen zur mathematischen Behandlung von Qubit-Zuständen, wie beispielsweise deren Transformation im Sinne logischer Rechenoperationen, aber auch die Funktionsweise von Quanten-Algorithmen als Software eines Quantencomputers. Dieser Teil wird in den begleitenden Übungen vertieft, indem von den Studierenden selbständig gelöste einfache Beispielprobleme diskutiert werden. Da der Hauptteil der Vorlesung auf der Diskussion verschiedenster experimenteller Realisierungsansätzen von Quantenrechnern liegt, erwirbt der Studierende einen breiten Einblick in modernste experimentelle Grundlagenforschung, u.a. aus den Gebieten Quantenoptik, magnetische Kernresonanz und Supraleitung. Speziell zum Thema supraleitender Quantenbits wird der Studierende seine Kenntnisse vertiefen, zum Beispiel bei der Analyse elektromagnetischer Quantenschaltkreise oder dem Studium von Josephson-Kontakten.

Inhalt:

Diese Vorlesung behandelt das Konzept des Quantencomputers aus vorrangig experimenteller Sicht. Nach einer Einführung in die theoretischen Grundlagen von Quantenbits und Quanten-Algorithmen werden verschiedene Ansätze zur Realisierung von Quantencomputern vorgestellt. In je einer Vorlesungsstunde werden u.a. behandelt: Kernspin-Magnetresonanz, Photonen, Ionenfallen und Atomchips, auf Helium schwimmende Elektronen, Spin- und Ladungsqubits, Quantenpunkte und die Familie der supraleitenden Quantenbits. Weiterhin werden Experimente zur Quantenkryptographie und Quantenteleportation vorgestellt.

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Vorrechnen der Übungsblätter in der Übung.

Notenbildung:

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

Modul: Supraleiter-Nanostrukturen

Lehrveranstaltungsnummer: 4021031

Modulverantwortliche: Detlef Beckmann

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie, Nano-Physik

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4021031 Vorlesung 2 SWS; D. Beckmann

4021032 Übung 1 SWS; D. Beckmann

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

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

Qualifikationsziele:

Der Studierende soll in die Grundbegriffe der Supraleitung 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 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.

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Vorrechnen der Übungsblätter in der Übung.

Notenbildung:

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

Modul: Nanotechnologie I

Lehrveranstaltungsnummer: 4021041

Modulverantwortliche: Gernot Goll

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie, Nano-Physik

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 4

Semesterwochenstunden: 2

Arbeitsaufwand: 120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung. (90)

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4021041 Vorlesung 2 SWS; G Goll

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik und der Quantenmechanik werden erwartet.

Qualifikationsziele:

Der Studierende vertieft sein Wissen auf einem Gebiet der Nano-Physik, beherrscht die relevanten theoretischen Konzepte und ist 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.

Literatur:

Zur Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes wird auf verschiedene Lehrbücher sowie Original- und Übersichtsartikel verwiesen. Eine ausführliche Liste wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Je nach Teilnehmerzahl in Form einer Klausur, eines Referates oder einer mündlichen Einzelprüfung.

Notenbildung:

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

Modul: Astroteilchenphysik I

Lehrveranstaltungsnummer: 4022011
Modulverantwortliche: Guido Drexlin, Kathrin Valerius
Einordnung in Studiengang: Master Physik,
Themenfeld/er: Experimentelle Astroteilchenphysik
Level: Master (4)
Leistungspunkte: 8
Semesterwochenstunden: 4

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4022011 Vorlesung 2 SWS; G. Drexlin, K. Valerius

4022012 Übung 2 SWS; G. Drexlin, K. Valerius

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse aus Vorlesung „Kerne und Teilchen“

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 – 10^{20} 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 experimentellen 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).

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)

Leistungsnachweis:

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

Erfolgreiche Teilnahme an der Blockveranstaltung "Nachweis Dunkler Materie"

Notenbildung:

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

Modul: Einführung in die Kosmologie

Lehrveranstaltungsnummer: 4022021

Modulverantwortliche: Guido Drexlin

Einordnung in Studiengang: Master Physik,
Themenfelder: Experimentelle Astroteilchenphysik/
Experimentelle Teilchenphysik

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4022021 Vorlesung 2 SWS; G. Drexlin

4022022 Übung 1 SWS; G. Drexlin, I. Gebauer, S. Groh

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse aus Vorlesung „Kerne und Teilchen“

Lernziele:

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.

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

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

Notenbildung:

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

Modul: Teilchenphysik I

Lehrveranstaltungsnummer: 4022031

Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Müller, Thomas

Einordnung in Studiengang: Physik (Master), Teil eines Schwerpunkts- oder Ergänzungsfachs oder Nebenfach im Bereich Experimentelle Teilchenphysik

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4022031 Vorlesung Teilchenphysik I (3 SWS): Th. Müller

4022032 Praktische Übungen zur Teilchenphysik I (1 SWS): Th. Müller, T. Chwalek, A. Dierlamm, M. Mozer

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen:

Grundkenntnisse der experimentellen Teilchenphysik aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang Physik.

Qualifikationsziele:

Einführung in die aktuellen Erkenntnisse und Messmethoden der experimentellen Elementarteilchenphysik.

Die Studierenden werden befähigt, aktuelle Daten und Abbildungen aus der wissenschaftlichen Literatur 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 Elementarteilchenphysik, Beschleuniger und Detektoren
- Grundlagen des Standardmodells, Flavour-Physik, QCD, high-Pt Physik, Physik des Higgs-Bosons, Neutrino-Physik
- Physik jenseits des Standardmodells

Praktische Übungen:

- Aktuelle Methoden der Monte-Carlo-Simulation und Datenanalyse
- Messungen an modernen Silizium-Spurdetektoren.

Literatur:

D. Griffith: Introduction to Elementary Particles, Wiley (2008),

A. Bettini: Introduction to Elementary Particle Physics, Cambridge (2008),
D. Perkins: Introduction to High Energy Physics, Cambridge (2000),
K. Kleinknecht: Detektoren für Teilchenstrahlung, Teubner (2005).

Weitere Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.

Leistungsnachweis:

- Testate von Übungsprojekten
- Kurzvorträgen im Rahmen der Übung

Notenbildung:

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

Modul: Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung

Lehrveranstaltungsnummer: 4022041

Modulverantwortliche: Guido Drexlin, Markus Roth

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Astroteilchenphysik

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

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

Modulturnus: SS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4022041 Vorlesung 2 SWS; Guido Drexlin, Markus Roth

4022042 Übung 1 SWS; Markus Roth, Darko Veberic

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine, die Vorlesung ist komplementär zum Modul Astroteilchenphysik I angelegt und kann dazu parallel gehört werden

Empfehlungen: keine

Qualifikationsziele:

Der Studierende soll die Grundbegriffe und Konzepte der Astrophysik hochenergetischer Teilchen verstehen und für die Diskussion moderner Beobachtungsergebnisse anwenden können. Typische Näherungen und Betrachtungen der Astrophysik sollen für den Teilnehmenden nachvollziehbar werden. In der Übung soll der Studierende ausgewählte Probleme der Astroteilchenphysik lösen und in der Gruppe diskutieren.

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.

Literatur:

T.K. Gaisser: Cosmic Rays and Particle Physics

T. Stanev: High Energy Cosmic Rays

P. Schneider: Einführung in die Extragalaktische Astronomie und Kosmologie

M. Longair: High Energy Astrophysics

Leistungsnachweis:

Nach Absprache, Erlangung von 50% der Punkte der Übungsblätter

Notenbildung:

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

Modul: Elektronik für Physiker

Lehrveranstaltungsnummer: 4022061

Modulverantwortliche: Marc Weber, Klaus Rabbertz

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

Level: Master

Leistungspunkte: 10

Semesterwochenstunden: 4+2

Arbeitsaufwand: 300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten Vorlesung, Praktikum (10 Versuche), Nachbereitung der Vorlesung, Vorbereitung des Praktikums und gegebenenfalls Prüfungsvorbereitung

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4022061 Vorlesung Elektronik für Physiker; Marc Weber

4022062 Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker; M. Weber, K. Rabbertz

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Interesse an Elektronik

Qualifikationsziele:

Vertiefung in einem Gebiet der experimentellen Astroteilchenphysik oder Teilchenphysik. Vermittlung eines Grundverständnisses der analogen und digitalen Elektronik und ihrer Anwendung in der experimentellen Physik.

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

Literatur:

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

Leistungsnachweis:

Durch erfolgreiche Teilnahme am Praktikum.

Notenbildung:

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

Modul: Analogelektronik

Lehrveranstaltungsnummer: 4022061

Modulverantwortliche: Marc Weber, Klaus Rabbertz

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

Level: Master

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 2+2

Arbeitsaufwand: 180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten Vorlesung, Praktikum (7 Versuche), Nachbereitung der Vorlesung, Vorbereitung des Praktikums und gegebenenfalls Prüfungsvorbereitung

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4022061 Vorlesung Elektronik für Physiker; Marc Weber

4022062 Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker; M. Weber, K. Rabbertz

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Interesse an Elektronik

Qualifikationsziele:

Vertiefung in einem Gebiet der experimentellen Astroteilchenphysik oder Teilchenphysik. Vermittlung eines Grundverständnisses der analogen und digitalen Elektronik und ihrer Anwendung in der experimentellen Physik.

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

Literatur:

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

Leistungsnachweis:

Durch erfolgreiche Teilnahme am Praktikum.

Notenbildung:

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

Modul: Digitalelektronik

Lehrveranstaltungsnummer: 4022061

Modulverantwortliche: Marc Weber, Klaus Rabbertz

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

Level: Master

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 2+2

Arbeitsaufwand: 180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten Vorlesung, Praktikum (7 Versuche), Nachbereitung der Vorlesung, Vorbereitung des Praktikums und gegebenenfalls Prüfungsvorbereitung

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4022061 Vorlesung Elektronik für Physiker; Marc Weber

4022062 Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker; M. Weber, K. Rabbertz

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Interesse an Elektronik

Qualifikationsziele:

Vertiefung in einem Gebiet der experimentellen Astroteilchenphysik oder Teilchenphysik. Vermittlung eines Grundverständnisses der analogen und digitalen Elektronik und ihrer Anwendung in der experimentellen Physik.

Inhalt:

Einführung in die digitale Elektronik:

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

Literatur:

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

Leistungsnachweis:

Durch erfolgreiche Teilnahme am Praktikum.

Notenbildung:

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

Modul: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik

Lehrveranstaltungsnummer: 4022071

Modulverantwortliche: Husemann, Ulrich; Ulrich, Ralf

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

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 6 oder 8

Semesterwochenstunden: 3 bzw. 4

Arbeitsaufwand: 180 bzw. 240 h bestehend aus Präsenzzeiten (45 bzw. 60 h), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4022071 Vorlesung 2 SWS; U. Husemann, R. Ulrich

4022072 Übung+Praktikum 1+1 SWS; R. Ulrich, U. Husemann

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

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

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 Simulation von komplexen Experimenten sowie die Arbeit mit modernen Teilchendetektoren.

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.

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)

G. F. Knoll: Radiation Detection and Measurement, Wiley (2010)

Particle Data Group: The Review of Particle Physics

Leistungsnachweis:

In Form von Übungsblättern, Computer-Übungen und Praktikum

Notenbildung:

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

Modul: Teilchenphysik II: Experimentelle Flavour-Physik

Lehrveranstaltungsnummer: 4022081

Modulverantwortliche: Michael Feindt, Pablo Goldenzweig

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Teilchenphysik

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4022081 Vorlesung 2 SWS; M. Feindt, P. Goldenzweig

4022082 Übung 1 SWS; M. Heck, P. Goldenzweig

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Kenntnisse der experimentellen Teilchenphysik aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang werden vorausgesetzt.

Qualifikationsziele:

Wir wollen den Teilnehmern des Kurses mit der Flavour-Physik den Schlüssel zu einem besseren Verständnis der fundamentalen Naturgesetze an der Präzisionsfront nahebringen. Dabei soll es sowohl um die zugrunde liegenden Konzepte, als auch um praktische Erfahrungen gehen, 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 KEKB-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.

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Abgabe von Übungsblättern.

Notenbildung:

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

Modul: Neutrino-physik

Lehrveranstaltungsnummer: 4022091

Modulverantwortliche: Thomas Schwetz-Mangold

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Theoretische Teilchenphysik und experimentelle Astroteilchenphysik

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4022091 Vorlesung 2 SWS; T. Schwetz-Mangold

4022092 Übung 2 SWS; T. Schwetz-Mangold, S. Vogl

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik werden vorausgesetzt. Kenntnisse fundamentaler Konzepte der Elementarteilchenphysik oder Quantenfeldtheorie sind empfehlenswert, werden aber auch kurz in der Vorlesung eingeführt.

Qualifikationsziele:

Die Studierenden sollen in die Grundbegriffe der Neutrino-physik eingeführt werden, die relevanten theoretischen Konzepte beherrschen lernen sowie mit den aktuellen Entwicklungen dieses Feldes vertraut gemacht werden. Anhand der Neutrino-physik erwerben Studierende fächerübergreifende Kenntnisse in Teilchenphysik und Astroteilchenphysik.

Inhalt:

Die Vorlesung behandelt verschiedene Aspekte der Neutrino-physik in Elementarteilchenphysik, Astroteilchenphysik und Kosmologie. Themen wie Neutrinooszillationen, Seesaw-Mechanismus, Neutrino-massen und Physik jenseits des Standardmodells, Neutrino-massen und LHC-Physik, Leptogenese und sterile Neutrinos werden behandelt. Konzepte wie Majoranateilchen und Leptonzahlverletzung werden eingeführt und verschiedene theoretische Modelle für Neutrino-massen werden diskutiert.

Literatur:

- C. Giunti and C. Kim, Fundamentals of Neutrino Physics and Astrophysics

- Kai Zuber, Neutrino Physics

weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben

Leistungsnachweis:

Teilnahme an Vorlesung und 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: Theoretische molekulare Biophysik

Lehrveranstaltungsnummer: 2203031

Modulverantwortliche: Wenzel, Wolfgang; Schug, Alexander

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Biophysik, Modellierung Nanoskaliger Systeme

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 6, optional 8

Semesterwochenstunden: 3

Arbeitsaufwand: 6 ECTS: 180 Stunden bestehend aus Präsenzzeit (45), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135), bei 8 ECTS Punkten: 60 Stunden zusätzlich zu Ausarbeitung eines Referats+Vortrag

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

2203031 **Theoretische molekulare Biophysik**

2203032 **Übungen zu Theoretische molekulare Biophysik**

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Kenntnisse der Thermodynamik

Qualifikationsziele: Aufbau von Biopolymeren, Modelle und Simulation der Strukturbildung und Funktion von Biopolymeren, insbesondere Proteine und DNS. Kenntnis von Verfahren zur rechnergestützten Medikamentenentwicklung

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.

Literatur:

Daume, Molecular Biophysics, Brandon & Tooze: Introduction to Protein Structure Weitere Titel werden in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Für 6 ECTS 50% der in den Übungsblättern erreichbaren Punkte, bei 8 ECTS Punkten zusätzlich, Referat und Kurzvorträge im Rahmen der Vorlesung/Übung

Notenbildung:

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

Modul: Theorie der Kondensierten Materie I

Lehrveranstaltungsnummer: 4024011

Modulverantwortliche: Alexander Shnirman

Einordnung in Studiengang: Master-Physik

Themenfeld/er: Theorie der kondensierter Materie

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 12 (Grundlagen und Vertiefungen) oder 8 (Grundlagen)

Semesterwochenstunden: 6 (Grundlagen und Vertiefungen) oder 4 (Grundlagen)

Arbeitsaufwand (für 12/8 LP): 360/240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90/60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (270/180).

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4024011 Vorlesung 4 SWS; A. Shnirman

4024012 Übung 2 SWS; A. Mirlin, B. Narozhny, I. Protopopov

Die Variante mit 8LP (Grundlagen) wird ca. nach 2/3 des Semesters beendet

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

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

Qualifikationsziele: Einführung in die Theorie der kondensierten Materie sowie weitere Vertiefung in dem Gebiet; Erlangen von Wissen über wichtigste Phänomene und Konzepte.

Inhalt:

Vorlesungen und Übungen vermitteln bzw. vertiefen die grundlegenden Konzepte der Theorie der kondensierter Materie, wobei kristallinen Festkörpern besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Vorlesung sind:

Kristallgitter, Elektronen im periodischen Potential, Dynamik von Bloch-Elektronen;

Elektronische Transporteigenschaften von Festkörpern, Boltzmann-Gleichung;

Festkörper im äußeren Magnetfeld: Pauli-Paramagnetismus, Landau-Diamagnetismus, de Haas-van Alphen-Effekt

Elektron-Elektron-Wechselwirkung, Stoner-Theorie des Ferromagnetismus; Landau-Theorie von Fermi-Flüssigkeiten;

Phononen und Elektron-Phonon-Wechselwirkung;

Supraleitung: BCS-Theorie, Elektrodynamik von Supraleitern, Ginzburg-Landau-Theorie

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

G. Czycholl, Theoretische Festkörperphysik (Springer, 2008)

J.C. Schrieffer, Theory of Superconductivity, Chapters 1-4.

M. Tinkham, Introduction to Superconductivity.

Leistungsnachweis:

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 Condensed Matter Theory

Lehrveranstaltungsnummer: 402421

Modulverantwortliche: Schmalian, Jörg; Schmitteckert, Peter; Poenicke, Andreas

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Theorie der Kondensierten Materie, Nano-Physik

Level:

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

Arbeitsaufwand: 240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten in Vorlesung und Übung (60), Vorbereitung der Übung (60), Nachbereitung der Vorlesung incl. Prüfungsvorbereitung (120).

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4024021 Vorlesung, 2 SWS; Schmalian, Jörg; Schmitteckert, Peter; Poenicke, Andreas

4024022 Übung, 2 SWS; Schmalian; Schmitteckert; Poenicke; Meded, Velimir

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

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

Qualifikationsziele:

Kennenlernen der wichtigsten numerischen Verfahren der Festkörperphysik mit den dahinter liegenden Grundideen. Vertiefung des Verständnisses physikalischer Phänomene und deren Veranschaulichung durch numerische Simulation und Datenanalyse.

Inhalt:

The advent of powerful algorithms -- like the transfer-matrix method, numerical renormalization group schemes, Krylov-subspace methods, ...-- together with the improving computer power has opened up a completely new route to test existing concepts and to obtain new insights into broad classes of physical systems. Nowadays, computational tools are well established in all branches of theoretical physics. Indeed, often they provide the only route for systematic studies and improved understanding. This lecture offers an introduction into basic computational techniques and the conceptual ideas behind. The pedagogical concept will be to start from a fundamental physics example and then develop a numerical approach starting from there. In exercises practical implementations (with MatLab or octave) for scientifically relevant examples will be given. The following topics will be addressed:

1. The gas of non-interacting fermions: tight binding models and their electronic structures
2. Elements of transport theory
3. Fermi liquid corrections
4. Strongly correlated electron systems
5. Superconductivity: BCS & Majorana edge states

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis:

Vorführung und Diskussion eigener Programmierlösungen mit MatLab / octave.

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

Modul: Field Theories of Disordered Systems

Lehrveranstaltungsnummer: 4024051

Modulverantwortliche: Gornyi, Mirlin, Schmalian

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Theorie der Kondensierten Materie

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

Arbeitsaufwand: 240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (180)

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4024051 Vorlesung 4 SWS Gornyi, Mirlin, Schmalian

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, der Quantenmechanik und der statistischen Physik werden vorausgesetzt. In der Regel soll diese Vorlesung nach der Theorie der Kondensierten Materie I besucht werden.

Qualifikationsziele:

Vertiefung in dem Gebiet der Theorie der kondensierten Materie; Erlangen von Wissen über wichtigste Phänomene und Konzepte sowie über feldtheoretische Methoden der Untersuchung von ungeordneten Systemen und kritischen Phänomenen.

Inhalt:

Voraussichtliche Struktur der Vorlesung (in engl. Sprache):

Introduction

Sigma-model field theories of disordered electronic systems

Phase transitions, scaling, renormalization group

Critical behavior in disordered systems (Harris criterion, Imry-Ma theorem, and Griffiths singularities)

Symmetries and topologies: classification and impact on physical properties

Interplay of disorder and electron-electron interaction

Literatur:

P.M. Chaikin, T.C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics

A. Altland, B.D. Simons, Condensed Matter Field Theory

D.J. Amit, Field Theory, the Renormalization Group, and Critical Phenomena

K.B. Efetov, Supersymmetry in Disorder and Chaos

A. Kamenev, Field Theory of Non-Equilibrium Systems

A.M. Tsvelik, Quantum Field Theory in Condensed Matter Physics

E. Fradkin, Field Theories of Condensed Matter Physics

A.D. Mirlin, Statistics of energy levels and eigenfunctions in disordered systems; Phys. Rep. 326, 259 (2000); F. Evers and A.D. Mirlin, Anderson transitions, Rev. Mod. Phys. 80, 1355 (2008).

Leistungsnachweis:

Kurzvorträgen in Rahmen der Vorlesung

Notenbildung:

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

Modul: Advanced topics in Quantum Field Theory

Lehrveranstaltungsnummer:

Modulverantwortliche: Kirill Melnikov

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

Level: Master

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

Arbeitsaufwand: 240

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

Vorlesung 2 SWS; K. Melnikov

Übung 2 SWS; K. Melnikov, L. Tancredi

Vorraussetzungen: *TTP1*

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Theoretische Teilchenphysik (TTP1)

Qualifikationsziele: Der/die Studierende soll die Grundbegriffe der moderne Quantenfeldtheorie jenseits Störungstheoretischemethoden kennenlernen.

Inhalt: 1) Stable classical solutions in quantum field theory (solitons, vortices, monopoles); 2) Decay of metastable vacuum; 3) Chiral anomalies (Schwinger model, infrared nature of anomalies, t'Hooft matching); 4) Gravity as a field theory; 5) Basics of QFT on the lattice.

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt

Leistungsnachweis:

Durch Bearbeitung von Übungsblättern und Vorrechnen in den Übungen.

Notenbildung:

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

Modul: Physics of Strong Interactions

Lehrveranstaltungsnummer:

Modulverantwortliche: Kirill Melnikov

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Theoretische Teilchenphysik

Level: Master

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

Arbeitsaufwand: 240

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

Vorlesung 2 SWS; K. Melnikov

Übung 2 SWS; K. Melnikov, M. Dowling

Vorraussetzungen: *TTP1*

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Theoretische Teilchenphysik (TTP1)

Qualifikationsziele: Der/die Studierende soll die Physik der Starkwechselwirkung kennenlernen.

Inhalt: 1) QCD Lagrangian, reasons for asymptotic freedom, uniqueness of Yang-Mills theories; 2) Chiral symmetry of strong interactions and its spontaneous breaking. Chiral effective theory; 3) Decays of hadrons; form factors; 4) Electron-positron annihilation to hadrons; Operator product expansion; QCD condensates 5) QCD sum rules; estimates of couplings of light vector mesons and determination of heavy quark masses; 6) Deep inelastic scattering; Operator product expansion on the light cone; parton distribution functions; collinear splittings and evolution equations for parton distributions

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt

Leistungsnachweis:

Durch Bearbeitung von Übungsblättern und Vorrechnen in den Übungen.

Notenbildung:

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

Modul: Theoretische Teilchenphysik II

Lehrveranstaltungsnummer: 4026011

Modulverantwortliche: Dieter Zeppenfeld

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Theoretische Teilchenphysik

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 8 + 4

Semesterwochenstunden: 4 + 2

Arbeitsaufwand: 360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270) für volle Vorlesung und Übung

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4026011 Vorlesung 4 SWS; D. Zeppenfeld

4026012 Übung 2 SWS; D. Zeppenfeld und S. Gieseke

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Theoretische Teilchenphysik I

Qualifikationsziele:

Studierende sollen in die Grundbegriffe von nicht-abelschen Eichtheorien und ihre Anwendung in der Teilchenphysik eingeführt werden und die relevanten theoretischen Konzepte und Rechenmethoden beherrschen lernen. In der Übung sollen die Studierenden konkrete Probleme der Theoretischen Teilchenphysik lösen lernen unter Anwendung des in der Vorlesung vermittelten Faktenwissens.

Inhalt: Im Hauptteil der Vorlesung werden nicht-abelsche Eichtheorien und ihre Anwendung in der Elementarteilchenphysik besprochen. Das Themenfeld beinhaltet die Lagrangedichten der QCD und des elektroschwachen Standardmodells, die daraus folgenden Feynmanregeln und störungstheoretische Berechnungen von Raten für Prozesse mit Quarks und Gluonen, Regularisierung von ultravioletten und infraroten Divergenzen, Renormierung und Anwendungen der Renormierungsgruppe, QCD Beta-Funktion und asymptotische Freiheit, kollineare und weiche Divergenzen und Parton-Schauer, QCD-Effekte in der schwachen Wechselwirkung und Anomalien in Eichtheorien.

Literatur:

M. Peskin and D. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory

L. Ryder, Quantum Field Theory

Leistungsnachweis:

Teilnahme an der Vorlesung bzw. den Übungen, ggf. Bearbeiten der Übungsblätter

Notenbildung:

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

Modul: Einführung in die Theoretische Teilchenphysik

Lehrveranstaltungsnummer: 4026021

Modulverantwortliche: Prof. Dr. Mühlleitner, Margarete

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

Level: Master

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4026021 Vorlesung 3 SWS; Prof. Dr. Mühlleitner, Margarete

4026022 Übungen 2 SWS; Prof. Dr. Mühlleitner, Margarete und Dr. Gieseke, Stefan

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse der Quantenmechanik I und II

Qualifikationsziele: Erste Grundkenntnisse der Themen, Begriffe und des Handwerkszeugs in der Theoretischen Teilchenphysik; Verschaffen eines Überblicks über die Fragestellungen der Theoretischen Teilchenphysik.

Inhalt: Motivation, Geschichte und Status der Teilchenphysik, Verbindungen zu Astroteilchenphysik und Kosmologie; Lagrangedichten, Lorentzgruppen, Symmetrien; Standardmodell (SM) der Teilchenphysik, Higgsmechanismus – Phänomenologie sowohl am LHC als auch e+e- Beschleunigern; Berechnung einfacher Prozesse auf Baumgraphenniveau; Mängel des SM, Motivation für Physik jenseits des SM; Higgssektoren in Modellen jenseits des SM; Supersymmetrie – Phänomenologie; Dunkle Materie.

Literatur: Wird in der Vorlesung genannt.

Leistungsnachweis: In Form von:

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: Elektronenmikroskopie II

Lehrveranstaltungsnummer: 4027021, 4027022

Modulverantwortliche: Gerthsen, Dagmar

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie, Nano-Physik, Elektronenmikroskopie

Level: Master

Leistungspunkte: 8 (Vorlesung 4, praktische Übungen 4)

Semesterwochenstunden: 2 pro Woche für die Vorlesung und insgesamt 24 Stunden pro Semester für die Praktikumsversuche

Arbeitsaufwand: 240 Stunden: Präsenzzeiten 54 Stunden, davon 30 Stunden für die Vorlesung und 24 Stunden für die Praktikumsversuche. Die restlichen Stunden dienen der Vorbereitung auf die Versuche, Anfertigung von Praktikumsprotokollen, Nachbereitung des Vorlesungsstoffes und der Vorbereitung auf die Prüfung.

Modulturnus: jedes 2. Semester (z.Zt. WS)

Moduldauer: 1 Semester

Lehr- und Lernformen:

4027021 Elektronenmikroskopie II 2SWS; D. Gerthsen

4027022 Praktische Übungen zu Elektronenmikroskopie II 2SWS; D. Gerthsen und Mitarbeiter

Voraussetzungen: keine, die Vorlesungen Elektronenmikroskopie I und II sind unabhängig voneinander

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundkenntnisse Optik, Festkörperphysik, Materialphysik und Werkstoffkunde

Lernziele:

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)

Literatur:

Wird in der Vorlesung genannt

Leistungsnachweis:

Mündliche Prüfung

Notenbildung:

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

Modul: Beschleunigerphysik II: Synchrotronstrahlungsquellen

Lehrveranstaltungsnummer: 4028011

Modulverantwortliche: Axel Bernhard; Anke-Susanne Müller

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie

Level: Master

Leistungspunkte: 6

Semesterwochenstunden: 3 (2V+1Ü)

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4028011 Vorlesung 2 SWS; Bernhard, Axel; Müller, Anke-Susanne

4028012 Übung zu 4028011, 1 SWS; Bernhard, NN, Müller

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

Empfehlungen: Grundlagenkenntnisse in der Elektrodynamik werden vorausgesetzt; Vorkenntnisse aus der Beschleunigerphysik 1 sind nützlich.

Qualifikationsziele:

Nach Besuch der Veranstaltung können Sie die wesentlichen Eigenschaften der Synchrotronstrahlung darstellen und die physikalischen Grundlagen sowie die wichtigsten technischen Konzepte zu ihrer Erzeugung beschreiben. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Kenngrößen der Strahlungscharakteristik einer gegebenen Synchrotronstrahlungsquelle zu berechnen. Sie können Konzepte zur Beschreibung der Wechselwirkung zwischen Teilchenensembles und der von ihnen erzeugten Strahlung im Beschleuniger darstellen. Auf dieser Grundlage sind Sie in der Lage, Kriterien für die Optimierung von Beschleunigern für die Strahlungserzeugung aufzustellen sowie die Funktionsweise des Freie-Elektronen-Lasers zu beschreiben.

Inhalt:

Physik der Synchrotronstrahlung (Elektrodynamik bewegter Punktladungen, Eigenschaften der normalen Synchrotronstrahlung)

Wiggler und Undulatoren (Physik und Eigenschaften der Undulatorstrahlung, magnetotechnologische und strahldynamische Aspekte)

Strahldynamik unter Einfluss von Synchrotronstrahlung (Hamiltonsche Formulierung der Strahldynamik, Hamilton-Vielteilchensysteme, Vlasov- und Fokker-Planck-Gleichung, Strahlungsdämpfung und -anregung)

Freie-Elektronen-Laser

Literatur (Auswahl):

H. Wiedemann: Particle Accelerator Physics 1&2, Springer, 3. Aufl., 2003

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

Leistungsnachweis:

Abgabe von Übungsblättern, Vorrechnen in der Übung, ggf. Kurzvorträge 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 I: Characterisation of crystals, thin films and nanostructures

Lehrveranstaltungsnummer: 4028061

Modulverantwortliche: Baumbach, Tilo; Hofmann, Ralf

Einordnung in Studiengang: Master Physik, Themenfelder: Nanophysik, Optik und Photonik, Kondensierte Materie

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

Arbeitsaufwand: 240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung, Vorbereitung der Übungen und Praktikum (1 ECTS = 30 Stunden)

Modulturnus: WS

Moduldauer: ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4028061 Vorlesung 2 SWS; Hofmann, Ralf, Baumbach, Tilo

4028062 Übung 2 SWS; Hofmann, Ralf

Voraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

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

Qualifikationsziele:

Der/die Studierende soll in die Grundbegriffe der Röntgenphysik als Vertiefung von Themen der Wellenoptik und der Kondensierten Materie eingeführt werden. Er/Sie soll die physikalischen und instrumentellen Grundlagen moderner im Ortsraum und im reziproken Raum abbildender Röntgenmessmethoden verstehen und anwenden lernen.

Die Vorlesung und die Übungen stellen darüber hinaus die Verbindungen zu wichtigen Anwendungsgebieten dieser Methoden her. Die Übungen sollen die Studierenden befähigen, Röntgenexperimente an Großgeräten vorzubereiten und 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 Physiker, und gibt einen Überblick über wichtige gegenwärtige Anwendungsfelder:

- Theoretische und experimentelle Grundlagen zur Röntgenoptik und Röntgenanalytik, insbesondere Röntgenbeugung und -streuung.
- Moderne Instrumentierung im Röntgenlabor und an physikalischen Großgeräten (an Synchrotronspeicherringen, Freien Elektronenlasern).
- Anwendungsbeispiele aus der Kristallographie und den Nanowissenschaften
- Die Übungen enthalten optional die Möglichkeit der betreuten Durchführung von drei Experimenten an modernsten Röntengeräten der Nationalen Synchrotronstrahlungsanlage ANKA am KIT CN.

Literatur:

J. Als-Nielsen, D. McMorrow: 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)

Leistungsnachweis:

Abgabe von Übungsblättern, Vorrechnen der Übungsblätter in der Übung, Durchführung eines Experiments an ANKA oder einem ANKA zugeordneten Labor

Notenbildung:

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

Modul: Modern X-ray Physics II: Condensed Matter Physics with Synchrotron Radiation

Lehrveranstaltungsnummer: 4028071

Modulverantwortliche: Baumbach Tilo; Stankov Svetoslav

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

Level: Master (4)

Leistungspunkte: 8

Semesterwochenstunden: 4

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

Modulturnus: WS

Moduldauer: Ein Semester

Lehr- und Lernformen:

4028071 Vorlesung 2 SWS; Stankov, Svetoslav, Baumbach Tilo

4028072 Übung 1 SWS; Stankov, Svetoslav, Pradip, Ramu

Vorraussetzungen: keine

Bedingungen: keine

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

Qualifikationsziele:

Der Studierende soll in die Grundbegriffe der Kernresonanz-Streuung mit Synchrotronstrahlung eingeführt werden. Er soll die physikalischen und instrumentellen Grundlagen spektroskopischer Röntgenmessmethoden verstehen und lernen sie auf festkörperphysikalische Fragestellungen der Nanowissenschaften (Magnetismus, Diffusion und Gitterdynamik) anzuwenden.

Inhalt:

Die Vorlesung schlägt eine Brücke zwischen der Festkörperphysik und den auf Kernresonanzstreuung basierenden Methoden für die Untersuchung elektronischer und magnetischer Schwingungen, Gitterschwingungen und Diffusionsphänomenen in dünnen Filmen und Nanostrukturen. Die folgenden Themen werden vorgestellt und diskutiert: Eine kurze Einführung in die Theorie der Synchrotronstrahlung, Röntgenoptiken, Detektoren und Elektronik; Kernresonanzstreuung der Synchrotronstrahlung; Hyperfinwechselwirkungen, Gitterschwingungen und atomare Diffusion untersucht mittels *in situ* Kernresonanzstreuung.

Literatur:

D. Attwood "Soft X-Rays and Extreme Ultraviolet Radiation: Principles and Applications", Cambridge University Press 1999

R. Röhlberger "Nuclear Condensed Matter Physics with Synchrotron Radiation" Springer Tracts in Modern Physics, Vol. 208, Springer, Berlin 2004

S. Stankov et al. "*In-situ* Mössbauer spectroscopy with synchrotron radiation on thin films", a book chapter in "Mössbauer Spectroscopy: Applications in Chemistry, Biology, Industry, and Nanotechnology", ed. V. K. Sharma, G. Klingelhofer and T. Nishida, John Wiley & Sons 2013

Leistungsnachweis:

Vorrechnen der Übungsblätter in der Übung.

Notenbildung:

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