

Modulhandbuch
für den
Masterstudiengang Physik
Sommersemester 2015

12. Januar 2015

Studiengangsbeauftragter:

Prof. Dr. Ulrich Eckern

Zielsetzung und Profil

Der Masterabschluss stellt einen berufs- und forschungsqualifizierenden Abschluss des Studiums der Physik dar, der auf einem ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss, in der Regel auf dem Bachelorgrad, aufbaut. Durch den Masterabschluss wird festgestellt, dass der Kandidat/die Kandidatin über vertiefte Fachkenntnisse in der Physik verfügt und die Fähigkeit besitzt, unter Verwendung von modernen wissenschaftlichen Methoden selbständig und kritisch zu arbeiten.

Der Masterstudiengang Physik besteht aus den folgenden Modulgruppen. Die jeweils zu erbringenden Leistungspunkte (LP) sind in Klammern angegeben.

1. Festkörperphysik (8 LP) [MaPhy-1...]
2. Physikalischer Wahlbereich (30-33 LP) [MaPhy-2...]
3. Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren (34 LP) [MaPhy-3...]
4. Nebenfach (15-18 LP) [MaPhy-4...]
5. Abschlussleistungen (30 LP) [MaPhy-9...]

In den Modulgruppen 2 und 4 sind umfangreiche Wahlmöglichkeiten vorgesehen; insgesamt müssen 48 Leistungspunkte erbracht werden. Diese Wahlmöglichkeiten erlauben den Studierenden, nach eigenem Interesse und im Hinblick auf das spätere Berufsziel Schwerpunkte zu setzen. Zurzeit sind die folgenden Nebenfächer zugelassen:

- 4.1. Chemie (18 LP) [MaPhy-41..]
- 4.2. Materialwissenschaften (18 LP) [MaPhy-42..]
- 4.3. Mathematik (16 LP) [MaPhy-43..]
- 4.4. Geographie (16 LP) [MaPhy-44..]
- 4.5. Informatik (16 LP) [MaPhy-45..]
- 4.6. Philosophie (16 LP) [MaPhy-46..]
- 4.7. Wirtschaftswissenschaften (15 LP) [MaPhy-47..]

Die zu erreichenden Lernergebnisse im Masterstudiengang gehen deutlich über die Lernergebnisse des Bachelorstudiengangs hinaus. Folgende fachlichen und sozialen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen sind für die Berufs- und Forschungsqualifizierung der Masterabsolventen/-absolventinnen wesentlich:

- Sie besitzen vertiefte Kenntnisse der Methoden und Techniken in der modernen Festkörperphysik sowie ausgewählter weiterer Teilbereiche der Physik, die es ihnen erlauben, Anschluss an die aktuelle, internationale Forschung zu finden. Sie haben ihr Wissen exemplarisch bei der Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen eingesetzt, für die eine fundierte Analyse auf der Basis naturwissenschaftlicher Grundlagen notwendig war.
- Sie haben in der einjährigen Forschungsphase gelernt, die entsprechenden Experimente zu planen, aufzubauen und durchzuführen bzw. Modellbildung und analytische und numerische Verfahren zur Lösung anspruchsvoller Problemstellungen einzusetzen. Sie besitzen die Fähigkeit, verschiedene mögliche Lösungsansätze gegeneinander abzuwägen und den voraussichtlich besten Ansatz auszuwählen. Sie sind mit den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis vertraut.
- Sie besitzen grundsätzlich die Fähigkeit, sich in ein neues technisch-physikalisches Spezialgebiet einzuarbeiten, d. h. insbesondere die aktuelle Fachliteratur zu recherchieren und zu verstehen sowie darauf aufbauend Experimente bzw. theoretische Untersuchungen zu konzipieren und durchzuführen. Sie sind in der Lage, ihre Ergebnisse angemessen, d. h. in schriftlicher Form in der Masterarbeit und in mündlicher Form in einem Vortrag, darzustellen. Sie besitzen die Kompetenz, ihre Ergebnisse in die aktuelle internationale Forschung einzuordnen und sie auf nationalen und internationalen Konferenzen zu vertreten.
- Sie besitzen vertiefte Kenntnisse und einen guten Überblick in einem Nebenfach. Die Kombination von vertieften naturwissenschaftlichen Kompetenzen mit sehr guten Kenntnissen in einer anderen Disziplin erlaubt es ihnen, auch Tätigkeiten außerhalb des eigenen Spezialgebiets erfolgreich auszuüben.
- Ihr fachliches und überfachliches Wissen ermöglicht es ihnen, in Verbindung mit breiten Analyse- und Methodenkompetenzen, aktuelle technische Entwicklungen einzuordnen und Schlussfolgerungen für die zukünftige Entwicklung zu ziehen. Sie sind somit in der Lage, diesbezüglich Verantwortung nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch in der Gesellschaft zu übernehmen.
- Sie haben, insbesondere während der Forschungsphase, Schlüsselqualifikationen wie Teamfähigkeit, eigenständige Projektplanung, Kommunikationsfähigkeit und Durchhaltevermögen erworben. Sie haben gelernt, mit größeren Schwierigkeiten und Fehlschlägen, die bei einer Forschungstätigkeit außerhalb vordefinierter Standards und Lösungsmuster nicht ausgeschlossen werden können, umzugehen,

d. h. sie besitzen insbesondere die Fähigkeit, ggf. mit einer modifizierten Strategie weiterzuarbeiten. Während der Forschungsphase haben sie interkulturelle Erfahrungen gemacht.

- Mit den erworbenen Kenntnissen, Fähigkeiten und Kompetenzen sind sie in der Lage, das umfassende und fachlich breite Berufsbild des Physikers/der Physikerin auszufüllen. Aufgrund vertiefter analytisch-methodischer Kompetenz sind sie flexibel und auf einen Einsatz in unterschiedlichen Berufsfeldern vorbereitet. Aufgrund der Kombination von wissenschaftlich-technischer mit sozialer Kompetenz sind sie für die Übernahme von Führungsverantwortung geeignet.
- Die erworbenen Kompetenzen, insbesondere in der eigenständigen Forschung, befähigen sie grundsätzlich zur Aufnahme eines Promotionsstudiums.

Der Masterstudiengang Physik wurde zum Wintersemester 2009/10 eingerichtet. Die Prüfungsordnung wurde am 10. Juni 2009 genehmigt und bekannt gegeben sowie durch Satzung vom 26. Mai 2010 geändert; sie trat zum 1. Oktober 2009 in Kraft. Die Prüfungsordnung ist in der Rechtssammlung der Universität zu finden.

Nebenfächer:

**Mathematik, Geographie, Informatik,
Philosophie, Wirtschaftswissenschaften**

Nebenfach Mathematik

Analysis III	MaPhy-43-01	4 V, 2 Ü	8
Numerik II	MaPhy-43-02	4 V, 2 Ü	8
Differentialgleichungen	MaPhy-43-03	4 V, 2 Ü	8
Stochastik I (Wahrscheinlichkeitstheorie)	MaPhy-43-04	4 V, 2 Ü	8
Stochastik II (Statistik I)	MaPhy-43-05	4 V, 2 Ü	8
Analysis in Funktionenräumen (Funktionalanalysis)	MaPhy-43-06	4 V, 2 Ü	8
Algebra	MaPhy-43-07	4 V, 2 Ü	8
Geometrie	MaPhy-43-08	4 V, 2 Ü	8
Topologie	MaPhy-43-09	4 V, 2 Ü	8
Funktionentheorie	MaPhy-43-10	4 V, 2 Ü	8
Optimierung I	MaPhy-43-11	4 V, 2 Ü	8
Optimierung II	MaPhy-43-12	4 V, 2 Ü	8
Mathematische Physik	MaPhy-43-13	2 X 2 S	8
Stochastische Differentialgleichungen	MaPhy-43-14	4 V, 2 Ü	8

Nebenfach Geographie

Physische Geographie 1	MaPhy-44-01	4 V, 2 S	10
Physische Geographie 2	MaPhy-44-02	4 V, 2 S	10
Geoinformatik	MaPhy-44-03	4	6

Nebenfach Informatik

Informatik III	MaPhy-45-01	4 V, 2 Ü	8
Systemnahe Informatik	MaPhy-45-02	4 V, 2 Ü	8
Kommunikationssysteme	MaPhy-45-03	4 V, 2 Ü	8
Multicore-Programmierung	MaPhy-45-04	2 V, 2 Ü	6
Multimedia-Grundlagen I	MaPhy-45-05	4 V, 2 Ü	8
Multimedia-Grundlagen II	MaPhy-45-06	4 V, 2 Ü	8
Datenbanksysteme	MaPhy-45-07	4 V, 2 Ü	8
Informatik I*	MaPhy-45-08	4 V, 2 Ü	8
Informatik II*	MaPhy-45-09	4 V, 2 Ü	8

*Beschluss des Prüfungsausschusses vom 03.02.2011: Ab dem WS 2011/12 gilt bezüglich der Nebenfächer Chemie (MaPhy-41) und Informatik (MaPhy-45): Studierende mit Nebenfach Chemie im Bachelor können im Master im Nebenfach Informatik auch die Module Informatik I und Informatik II wählen. Studierende mit Nebenfach Informatik im Bachelor können im Master im Nebenfach Chemie auch die Module Chemie I und Chemie II wählen. Diese Regelung gilt für Studierende, die ihren Bachelorbachelorabschluss nicht in Augsburg erworben haben, entsprechend.

Nebenfach Philosophie

Überblick Philosophiegeschichte und Systematik	MaPhy-46-21	4 V	8
Text und Diskurs Philosophiegeschichte und Systematik	MaPhy-46-22	4 S	8

Nebenfach Wirtschaftswissenschaften

Bereich BWL:

Kostenrechnung	MaPhy-47-01	2 V, 2 Ü	5
Buchhaltung (Bilanzierung I)	MaPhy-47-02	2 V, 2 Ü	5
Investition und Finanzierung	MaPhy-47-03	2 V, 2 Ü	5
Produktion und Logistik	MaPhy-47-04	2 V, 2 Ü	5
Marketing	MaPhy-47-05	2 V, 2 Ü	5
Organisation und Personalwesen	MaPhy-47-06	2 V, 2 Ü	5
Wirtschaftsinformatik	MaPhy-47-07	2 V, 2 Ü	5
Bilanzierung (Bilanzierung II)	MaPhy-47-08	2 V, 2 Ü	5

Bereich VWL:

Mikroökonomik I	MaPhy-47-21	2 V, 2 Ü	5
Mikroökonomik II	MaPhy-47-22	2 V, 2 Ü	5
Makroökonomik I	MaPhy-47-23	2 V, 2 Ü	5
Makroökonomik II	MaPhy-47-24	2 V, 2 Ü	5
Wirtschaftspolitik	MaPhy-47-25	2 V, 2 Ü	5

Im Nebenfach Wirtschaftswissenschaften sind die 15 Leistungspunkte entweder im Bereich „Betriebswirtschaftslehre“ (BWL) oder im Bereich „Volkswirtschaftslehre“ (VWL) zu erbringen.

Modulhandbuch

Masterstudiengang Physik

Sommersemester 2015

(Stand: 12.01.2015)

Module

MaPhy-11-01 / MaPhy-21-01: Experimentelle Festkörperphysik	4
MaPhy-12-01 / MaPhy-22-01: Theoretische Festkörperphysik	7
MaPhy-23-01: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Physik (Master)	9
MaPhy-24-01: Physics and Technology of Semiconductor Devices	11
MaPhy-24-02: Nanostructures / Nanophysics	13
MaPhy-24-03: Electronics for Physicists and Materials Scientists	15
MaPhy-24-04: Biophysics and Biomaterials	17
MaPhy-24-05: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation	19
MaPhy-24-06 / MaPhy-41-02: Chemical Physics I	21
MaPhy-24-07 / MaPhy-41-03: Chemical Physics II	23
MaPhy-24-08: Angewandte Optik	25
MaPhy-24-09: Ion-Solid Interaction	27
MaPhy-24-10: Physics of Thin Films	29
MaPhy-24-11: Organic Semiconductors	31
MaPhy-24-12: Magnetism	33
MaPhy-24-14: Low Temperature Physics	35
MaPhy-24-15: Plasmaphysik und Fusionsforschung	37
MaPhy-24-16: Plasmadiagnostik	39
MaPhy-24-17: Physik der Atmosphäre I	41
MaPhy-24-18: Superconductivity	43
MaPhy-24-19: Physik der Atmosphäre II	45
MaPhy-24-20: Complex Materials: Fundamentals and Applications	47
MaPhy-24-21: Spintronics	49
MaPhy-24-22: Applied Magnetic Materials and Methods	51
MaPhy-25-01: Vielteilchentheorie	53
MaPhy-25-02: Statistische Physik des Nichtgleichgewichts	55
MaPhy-25-03: Relativistische Quantenfeldtheorie	57
MaPhy-25-04: Allgemeine Relativitätstheorie	59
MaPhy-25-05: Theorie des Magnetismus	61
MaPhy-25-06: Theorie der Phasenübergänge	63
MaPhy-25-07: Theorie der Supraleitung	65
MaPhy-25-08: Ungeordnete Systeme	67

MaPhy-25-09: Computational Physics and Materials Science	69
MaPhy-25-10: Theorie der kondensierten Materie	72
MaPhy-25-11: Theoretische Biophysik	74
MaPhy-25-12: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme	76
MaPhy-25-13: Basics of Quantum Computing	78
MaPhy-31-01: Seminar Journal Club	80
MaPhy-31-02: Seminar on Surface Physics	82
MaPhy-31-03: Seminar über Spektroskopie an funktionalen Materialien	84
MaPhy-31-04: Seminar über Spektroskopie und Strukturbestimmung mit Neutronen	86
MaPhy-31-05: Seminar über Thermodynamik und Transport im Festkörper	88
MaPhy-31-06: Seminar über Physik dünner Schichten	90
MaPhy-31-07: Seminar über Neue Materialien und Konzepte in der Informationstechnologie	92
MaPhy-31-08: Seminar über Magnetische Resonanz	94
MaPhy-31-09: Seminar on Glass Physics	96
MaPhy-31-10: Seminar über Elektronische Eigenschaften der Materie	98
MaPhy-31-11: Seminar über Fluidodynamik komplexer Flüssigkeiten	100
MaPhy-31-21: Seminar über Plasmen in Forschung und Industrie	102
MaPhy-31-22: Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung	104
MaPhy-31-23: Seminar über Ressourcenstrategie	106
MaPhy-31-41: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie	109
MaPhy-31-42: Seminar über Ladungs- und Spindynamik in Nanostrukturen	111
MaPhy-31-43: Seminar über Zweidimensionales Elektronengas: Theorie und Anwendungen	113
MaPhy-31-44: Seminar über Theorie wechselwirkender Elektronen	115
MaPhy-32-01: Fachpraktikum	117
MaPhy-33-01: Projektarbeit	119
MaPhy-41-01: Chemie III (Festkörperchemie)	121
MaPhy-41-04 / MaPhy-42-06: Materials Chemistry	123
MaPhy-41-05 / MaPhy-42-07: Materialsynthese	125
MaPhy-41-06: Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum	127
MaPhy-41-07: Advanced Solid State Materials	129
MaPhy-41-08 / MaPhy-42-08: Porous Functional Materials	131

MaPhy-41-09: Chemie I (Allgemeine und Anorganische Chemie)	133
MaPhy-41-10: Chemie II (Organische Chemie)	135
MaPhy-42-01: Materialwissenschaften III	137
MaPhy-42-02: Materials Physics II	140
MaPhy-42-03: Physics of Surfaces and Interfaces	142
MaPhy-42-04: High Resolution Imaging	144
MaPhy-42-05: Processing of Materials	146
MaPhy-42-09: Non-Destructive Testing	148
MaPhy-91-01: Masterarbeit	150
MaPhy-91-02: Kolloquium	152

Modul MaPhy-11-01 / MaPhy-21-01 Experimentelle Festkörperphysik	8 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dielektrische Funktion des Elektronengases • Dielektrische Festkörper • Polare Ordnung • Optische Spektroskopie • Magnetismus von Festkörpern • Magnetische Resonanz • Supraleitung <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Konzepte, Phänomenologie und experimentelle Methoden zur Erforschung von Struktur und Dynamik kondensierter Materie, • haben Fertigkeiten, komplexe Experimente selbständig durchzuführen; sie sind vertraut mit allgemeinen Auswertemethoden und können selbständig Messdaten bewerten und analysieren, und sie • besitzen die Kompetenz, übergreifende Problemstellungen im Bereich der experimentellen Festkörperphysik selbständig zu bearbeiten. Dies umfasst insbesondere die kritische Wertung der Messergebnisse und detaillierte Interpretationen experimenteller Ergebnisse durch aktuelle Theorien. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen analytisch-methodischer Kompetenz, Schulung von wissenschaftlichem und logischem Denken, Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und insbesondere mit englischer Fachliteratur 	<p>Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Experimentelle Festkörperphysik</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dielektrische Funktion des Elektronengases <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispersionsrelation elektromagnetischer Wellen ◦ Plasmaschwingungen ◦ Polaritonen ◦ Polaronen und Exzitonen • Dielektrische Festkörper <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dielektrische Konstante 	4 SWS

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Polarisierbarkeit, Innere Felder • Polare Ordnung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Ferroelektrizität ◦ Anti-Ferroelektrizität • Optische Spektroskopie <ul style="list-style-type: none"> ◦ FIR und Raman Streuung ◦ Elektronenspektroskopie • Magnetismus von Festkörpern <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundbegriffe und Einleitung ◦ Magnetische Momente im Festkörper ◦ Diamagnetismus ◦ Paramagnetismus ◦ Magnetische Wechselwirkung ◦ Ferro- und Antiferromagnetismus ◦ Magnetische Domänen • Magnetische Resonanz <ul style="list-style-type: none"> ◦ Blochgleichung ◦ NMR und ESR • Supraleitung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundbegriffe und Phänomenologie ◦ Meißner-Effekt, Eindringtiefe, Kohärenzlänge ◦ Thermodynamik ◦ Grundlagen der BCS-Theorie ◦ Hochtemperatur- und unkonventionelle Supraleiter <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Festkörperphysik (Oldenbourg) • Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg) • D. Craik, Magnetism: Principles and Applications • N. Spaldin, Magnetic Materials • W. A. Harrison, Electronic Structure and the Properties of Solids • W. Buckel, Supraleitung <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Übung zu Experimentelle Festkörperphysik</p> <p>Lehrform: Übung</p>	2 SWS
<p>Prüfung: Experimentelle Festkörperphysik (120 Minuten) Prüfungstyp: Klausur</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen:</p>

	Das Modul baut auf den Inhalten der Bachelor-Vorlesungen Physik I - III, Theoretische Physik I - IV und insbesondere auf Physik IV auf.
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr.-Ing. Alois Loidl
Häufigkeit: jedes Wintersemester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Festkörperphysik Modulkategorie: Wahlpflicht

Modul MaPhy-12-01 / MaPhy-22-01 Theoretische Festkörperphysik	8 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Drude-Theorie der Metalle • Sommerfeld-Theorie der Metalle • Symmetrie-Klassifizierung von Kristallstrukturen • Gitterdynamik: Klassische Theorie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Born-Oppenheimer-Näherung ◦ Eigenschwingungen • Gitterdynamik: Quantentheorie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Phononen ◦ Debye-Einstein-Modell • Nichtwechselwirkende Elektronen im Festkörper <ul style="list-style-type: none"> ◦ Elektronen im periodischen Potential ◦ Energieniveaus in einem schwachen periodischen Potential ◦ Modell starker Bindung („tight-binding“ Modell) • Methoden zur Berechnung der elektronischen Bandstruktur • Hartree-Fock-Näherung der elektron. Wechselwirkung im Festkörper • Quasiklassische Dynamik von Blochelektronen • Bahnquantisierung und Oszillationsphänomene in hohen Magnetfeldern • Abschirmung im Elektronengas • Grundlagen der Landau-Fermiflüssigkeitstheorie <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Grundlagen und Methoden der quantentheoretischen Beschreibung von Festkörpern und ihren Eigenschaften im Rahmen nicht wechselwirkender Vielteilchensysteme bzw. effektiver Einteilchentheorien, • sind in der Lage, physikalische Fragestellungen der Festkörperphysik theoretisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Näherungsmethoden zu untersuchen, • haben die Fähigkeit, Problemstellungen in den genannten Teilgebieten selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz 	<p>Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung:</p>	4 SWS

Theoretische Festkörperphysik		
Inhalte: siehe Modulbeschreibung		
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics (Rinehart and Winston) • J. M. Ziman, Prinzipien der Festkörpertheorie (Harri Deutsch) • G. Czycholl, Theoretische Festkörperphysik (Vieweg) • D. Pines and P. Nozieres, The Theory of Quantum Liquids (Westview Press) • F. Duan and J. Guojun, Introduction to Condensed Matter Physics, Vol. 1 (World Scientific) 		
Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Übung zu Theoretische Festkörperphysik		2 SWS
Lehrform: Übung		
Prüfung: Theoretische Festkörperphysik (150 Minuten) Prüfungstyp: Klausur		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Das Modul baut insbesondere auf den Inhalten der Bachelor-Vorlesungen Theoretische Physik II + III und Physik IV auf.	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Dieter Vollhardt	
Häufigkeit: jedes Wintersemester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Festkörperphysik Modulkategorie: Wahlpflicht	

Modul MaPhy-23-01 Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Physik (Master)	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: Es sind während der Vorlesungszeit (jeweils mittwochs ganztägig) sechs Versuche u. a. aus den Feldern Kernphysik, Festkörperphysik, Plasmaphysik, Molekülphysik etc. durchzuführen. Eine Kurzbeschreibung zu den aktuell verfügbaren Versuchen findet sich auf der unten angegebenen Internet-Seite.</p> <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die experimentellen Grundlagen der Festkörperphysik und der Quantenmechanik und sind mit den gängigen Methoden der physikalischen Messtechnik vertraut. • Sie sind in der Lage, sich in ein Spezialgebiet der Physik einzuarbeiten und vertiefte Versuche aus diesem Spezialgebiet selbständig durchzuführen und auszuwerten. • Sie besitzen die Kompetenz, physikalische Fragestellungen mittels geeigneter experimenteller Methoden zu untersuchen, die Versuchsergebnisse zu analysieren und im Rahmen theoretischer Modellvorstellungen zu interpretieren. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen <p>ECTS-Bedingungen Sechs mindestens mit „ausreichend“ bewertete Laborversuche. Jeder einzelne Versuch wird bewertet; bei der Bewertung finden folgende Kriterien mit gleichem Gewicht Anwendung:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vorbesprechung vor dem Versuch 2. Versuchsdurchführung 3. Auswertung und schriftliche Ausarbeitung 4. Abschlussbesprechung nach Rückgabe der Auswertungen <p>Die Gesamtnote für dieses Modul errechnet sich aus dem arithmetischen Mittel der in jedem einzelnen Versuch erzielten Bewertungen.</p> <p>Anmerkungen Weitere Informationen: http://www.physik.uni-augsburg.de/~matth/FP/FPNEU.html</p>	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Praktikum(Präsenz): 60 Stunden Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Seminar/Hausarbeit): 120 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum für Physik (Master)</p> <p>Literatur: Spezifische Anleitungen für jeden Versuch sind in der Fachbereichsbibliothek Naturwissenschaften auszuleihen. Zum Teil sind die Anleitungen auch elektronisch</p>	4 SWS

zum Download verfügbar. Weiterführende Literatur ist in den einzelnen Anleitungen angegeben.

Lehrform:
Praktikum

Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Grundkenntnisse aus Physik I – V, Festkörperphysik, Quantenmechanik
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Manfred Albrecht
Häufigkeit: jedes Semester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-24-01 Physics and Technology of Semiconductor Devices	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Eigenschaften von Halbleitern (Bandstruktur, Dotierung, Ladungsträger und Ladungsträgertransport, optische Übergänge) • Halbleiterdioden und Transistoren • Halbleitertechnologie <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe der Festkörper -und Halbleiterphysik wie elektronische Bandstruktur, Dotierung, Ladungsträgerstatistik oder optische Eigenschaften, • besitzen Fertigkeiten, abgeleitete Näherungen wie die effektive Masse oder Quasi-Ferminiveaus anzuwenden, um die grundlegenden Eigenschaften halbleitender Materialien zu beschreiben, • besitzen Kompetenzen, diese Konzepte auf die Beschreibung von Halbleiterbauelementen wie Dioden, Transistoren und optische Bauelemente anzuwenden und deren Funktionsweise zu beschreiben, • kennen die wichtigsten technologischen Verfahren zur Herstellung von mikro- und nanoelektronischen Bauelementen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur, Erlernen von Präsentationstechniken, Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Dokumentation experimenteller Ergebnisse, interdisziplinäres Denken und Arbeiten 	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Physics and Technology of Semiconductor Devices</p> <p>Inhalte: see module description</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yu und Cardona: Fundamentals of Semiconductors (Springer) • Sze: Physics of Semiconductor Devices (Wiley) • Sze: Semiconductor Devices (Wiley) • Madelung: Halbleiterphysik (Springer) • Singh: Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures (Cambridge University Press) 	3 SWS

Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Physics and Technology of Semiconductor Devices (Tutorial)		1 SWS
Lehrform: Übung		
Prüfung: Physics and Technology of Semiconductor Devices (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Festkörperphysik und der Quantenmechanik	
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Dr. Hubert J. Krenner	
Häufigkeit: jedes Wintersemester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-24-02 Nanostructures / Nanophysics	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Halbleiternanostrukturen, Quantentröge, -drähte und -punkte, zweidimensionale Elektronensysteme • Magnetotransport in niedrigdimensionalen Systemen, Quanten-Hall-Effekt, Leitfähigkeitsquantisierung • Optische Eigenschaften von Quantentrögen und Quantenpunkten und ihre Anwendung in modernen Halbleiterbauelementen <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe und Konzepte der modernen Nanophysik, • wissen, wie die Reduktion der Strukturgröße auf die Nanometer-Skala die Funktionen und Eigenschaften solcher Systeme verändert, • besitzen fundierte Kenntnisse über niedrigdimensionale Halbleiterstrukturen, wie sie in modernen Bauelementen für Hochfrequenz- und optoelektronische Anwendungen sowie in der Nanophotonik zum Einsatz kommen, • kennen die Herstellungsverfahren verschiedener Nanosysteme wie top-down und bottom-up Ansatz oder Selbstorganisation und • sind in der Lage, diese Konzepte auf aktuelle Fragestellungen der Nanophysik zu übertragen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur, Erlernen von Präsentationstechniken, Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Dokumentation experimenteller Ergebnisse, interdisziplinäres Denken und Arbeiten 	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Nanostructures / Nanophysics</p> <p>Inhalte: see module description</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yu und Cardona: Fundamentals of Semiconductors • Singh: Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures (Cambridge University Press) 	4 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • Davies: The Physics of low-dimensional Semiconductors (Cambridge University Press) • V. V. Mitin et al.: Introduction to Nanoelectronics (Cambridge University Press) • Yariv: Quantum Electronics (Wiley) • Yariv und Yeh: Photonics (Oxford University Press) • Aktuelle Übersichtsartikel in wissenschaftlichen Zeitschriften <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Prüfung: Nanostructures / Nanophysics (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Grundlagen der Festkörperphysik, Quantenmechanik und Halbleiterphysik</p>
<p>Sprache: Englisch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Dr. Hubert J. Krenner</p>
<p>Häufigkeit: jedes Sommersemester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-24-03 Electronics for Physicists and Materials Scientists	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Elektronik und Elektrotechnik • Vierpoltheorie • Analogelektronik, Transistor- und OpAmp-Schaltungen • Boole'sche Algebra und Logik • Digitalelektronik und Rechenschaltungen • Mikroprozessoren und Netzwerke Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der Elektrotechnik und Elektronik für den Gebrauch im Labor, • besitzen Fertigkeiten in einfacher Schaltungserstellung, Mess- und Regeltechnik, Analog- und Digitalelektronik, • besitzen Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Schaltungsproblemen. Sie können einfache Schaltungen berechnen und entwickeln. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur, Erlernen von Präsentationstechniken, Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Dokumentation experimenteller Ergebnisse, interdisziplinäres Denken und Arbeiten 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 3
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Electronics for Physicists and Materials Scientists Inhalte: see module description Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Paul Horowitz: The Art of Electronics (Cambridge University Press) • National Instruments: MultiSim software package (erhältlich in der Vorlesung) Lehrform: Vorlesung	4 SWS
Prüfung: Electronics for Physicists and Materials Scientists (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung	

Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: keine
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Andreas Hörner
Häufigkeit: jedes Semester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-24-04 Biophysics and Biomaterials	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radiation Biophysics • Microfluidics • Membranes • Membranal transport <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden wissen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der Biologischen Physik, • kennen die wichtigsten Modelle der (Bio-)Polymertheorie, Mikrofluidik, Nanobiotechnologie, Strahlenbiophysik und der Membranen, • und besitzen Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen und dem Umgang mit der gegenwärtigen Literatur. Sie sind in der Lage, eine Beobachtung aus der Biologie in eine physikalische Frage zu übersetzen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur, Erlernen von Präsentationstechniken, Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Dokumentation experimenteller Ergebnisse, interdisziplinäres Denken und Arbeiten 	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Biophysics and Biomaterials</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radiation Biophysics <ul style="list-style-type: none"> ◦ Radiation sources ◦ Interaction of radiation with biological matter ◦ Radiation protection principles ◦ Low dose radiation ◦ LNT model in radiation biophysics • Microfluidics <ul style="list-style-type: none"> ◦ Life at Low Reynolds Numbers ◦ The Navier-Stokes Equation ◦ Low Reynolds Numbers – The Stokes Equation ◦ Breaking the Symmetry 	3 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • Membranes <ul style="list-style-type: none"> ◦ Thermodynamics and Fluctuations ◦ Thermodynamics of Interfaces ◦ Phase Transitions – 2 state model ◦ Lipid membranes and biological membranes, membrane elasticity • Membranal transport <ul style="list-style-type: none"> ◦ Random walk, friction and diffusion ◦ Transmembranal ionic transport and ion channels ◦ Electrophysiology of cells ◦ Neuronal Dynamics <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • T. Herrmann, Klinische Strahlenbiologie – kurz und bündig, Elsevier Verlag, ISBN-13: 978-3-437-23960-1 • J. Freyschmidt, Handbuch diagnostische Radiologie – Strahlenphysik, Strahlenbiologie, Strahlenschutz, Springer Verlag, ISBN: 3-540-41419-3 • S. Haeberle, R. Zengerle, Microfluidic platforms for lab-on-a-chip applications, Lab-on-a-chip, 2007, 7, 1094-1110 • J. Berthier, Microdrops and digital microfluidics, William Andrew Verlag, ISBN:978-0-8155-1544-9 • lecture notes <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Biophysics and Biomaterials (Tutorial)</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS
<p>Prüfung: Biophysics and Biomaterials (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Mechanics, Thermodynamics, Statistical Physics, basic knowledge in Molecular Biology</p>
<p>Sprache: Englisch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Dr. Stefan Thalhammer</p>
<p>Häufigkeit: jedes Sommersemester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-24-05 Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Elektromagnetische Strahlung: Beschreibung, Erzeugung, Detektion • Spektrale Analyse von elektromagnetischer Strahlung: Monochromatoren, Spektrometer, Interferometer • Anregungen im Festkörper: Dielektrische Funktion • Infrarotspektroskopie • Ellipsometrie • Photoemissionsspektroskopie • Röntgenabsorptionsspektroskopie • Neutronen: Quellen, Detektoren • Neutronenstreuung Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Grundlagen der Spektroskopie sowie wichtige Instrumente und Verfahren, • haben Fertigkeiten zur Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze in der Spektroskopie und können diese im Bereich der Festkörperphysik anwenden, • und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen in den genannten Themenbereichen selbständig zu bearbeiten, und sind in der Lage, geeignete Messmethoden für Anwendungen einzuschätzen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation Inhalte: see module description Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • H. Kuzmany, Solid State Spectroscopy (Springer) • N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart and Winston) • J. M. Hollas, Modern Spectroscopy Lehrform: Vorlesung	3 SWS
Lehrveranstaltung:	1 SWS

Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation (Tutorial)		
Lehrform: Übung		
Prüfung: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Festkörperphysik	
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Christine Kuntscher	
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-24-06 / MaPhy-41-02 Chemical Physics I	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Quantenchemischer Methoden • Molekülsymmetrie und Gruppentheorie • Die Elektronische Struktur von Übergangsmetallkomplexen <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Grundlagen der Extended-Hückel-Methode und der Dichtefunktional-Theorie, • verfügen über ein grundlegendes Verständnis der Gruppentheorie, können die aus Symmetrieüberlegungen gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen der Schwingungs-, NMR- und UV/VIS-Spektroskopie anwenden • und sind in der Lage, die grundlegenden geometrischen, elektronischen und magnetischen Eigenschaften von Übergangsmetallkomplexen zu interpretieren und vorherzusagen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Fähigkeit sich in ein naturwissenschaftliches Spezialgebiet einzuarbeiten und das erworbene Wissen aktiv zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen anzuwenden <p>Anmerkungen</p> <p>Die Studenten erhalten die Möglichkeit, selbständig einfache EH-Rechnungen und Analysen elektronischer Strukturen von Molekülen auf einem Computer-Cluster im Rahmen der Übungen durchzuführen.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Chemical Physics I</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Quantenchemischer Methoden <ul style="list-style-type: none"> ◦ Die Extended Hückel Methode (EHM) ◦ Moderne quantenchemische Methoden der Chemischen Physik ◦ Anwendung: Beispielrechnungen und Interpretation einfacher elektronischer Strukturen • Molekülsymmetrie und Gruppentheorie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Symmetrioperationen und Matrixdarstellungen ◦ Punktgruppen 	3 SWS

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Reduzible und Irreduzible Darstellungen ◦ Charaktertafeln ◦ Anwendung: Infrarot- und Raman-Spektroskopie, NMR-Spektroskopie • Die Elektronische Struktur von Übergangsmetallkomplexen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Ligandfeldtheorie und Angular-Overlap Modell (AOM) ◦ Die physikalische Basis der Spektrochemischen Reihe ◦ Molekülorbitaltheorie von Übergangsmetallkomplexen ◦ Anwendung: UV/VIS-Spektroskopie, molekularer Magnetismus <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • J. Reinhold, Quantentheorie der Moleküle (Teubner) • H.-H. Schmidtke, Quantenchemie (VCH) • D. C. Harris und M. D. Bertolucci, Symmetry and Spectroscopy (Dover Publications) • D. M. Bishop, Group Theory and Chemistry (Dover Publications) • J. K. Burdett, Chemical Bonds: A Dialog (Wiley) • F. A. Kettle, Physical Inorganic Chemistry (Oxford University Press) • A. Frisch, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods (Gaussian Inc. Pittsburg, PA) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Chemical Physics I (Tutorial)</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS
<p>Prüfung: Chemical Physics I (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Es wird empfohlen, im Rahmen des Moduls Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum die Versuche FP11 (IR-Spektroskopie) und FP17 (Raman-Spektroskopie) zu absolvieren.</p>
<p>Sprache: Englisch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Wolfgang Scherer</p>
<p>Häufigkeit: jedes Wintersemester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-24-07 / MaPhy-41-03 Chemical Physics II	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ladungsdichteverteilungen aus Experiment und Theorie • Analyse der Topologie von Spin- und Ladungsdichteverteilungen • Die Natur der chemischen Bindung • Analyse von Wellenfunktionen mittels lokalisierter Orbitale • Moderne quantenchemische Methoden: Konfigurationswechselwirkung <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen grundlegende quantenchemische Methoden der Chemischen Physik zur Interpretation elektronischer Strukturen in Molekülen und Festkörpern, • besitzen somit die Fertigkeit, u. a. die Quantentheorie der Atome in Molekülen (QTAIM) und gängige Elektronenlokalisierungsfunktionen (z. B. ELF) zur Analyse von Ladungs- und Spindichteverteilungen anzuwenden, • sind kompetent, selbständig einfache quantenchemische Rechnungen unter Verwendung der Dichtefunktionaltheorie (DFT) durchzuführen und die elektronischen Strukturen funktioneller Moleküle und Materialien im Hinblick auf chemische und physikalische Eigenschaften zu interpretieren. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Fähigkeit sich in ein naturwissenschaftliches Spezialgebiet einzuarbeiten und das erworbene Wissen aktiv zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen anzuwenden <p>Anmerkungen Die Studenten erhalten die Möglichkeit, selbständig quantenchemische Rechnungen und Analysen elektronischer Strukturen von Molekülen und Festkörpern auf einem Computer-Cluster im Rahmen der Übungen durchzuführen.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Chemical Physics II</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ladungsdichteverteilungen aus Experiment und Theorie • Analyse der Topologie von Spin- und Ladungsdichteverteilungen • Die Natur der chemischen Bindung • Analyse von Wellenfunktionen mittels lokalisierter Orbitale • Moderne quantenchemische Methoden: Konfigurationswechselwirkung 	3 SWS

Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • J. Reinhold, Quantentheorie der Moleküle (Teubner) • H.-H. Schmidtke, Quantenchemie (VCH) • J. K. Burdett, Chemical Bonds: A Dialog (Wiley) • F. A. Kettle, Physical Inorganic Chemistry (Oxford University Press) • R. F. W. Bader, Atoms in Molecules: A Quantum Theory (Oxford University Press) • P. Popelier, Atoms in Molecules: An Introduction (Pearson Education Limited) • F. Weinhold, C. R. Landis, Valency and Bonding: A Natural Bond Orbital Donor-Acceptor Perspective (Cambridge University Press) • A. Frisch, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods (Gaussian Inc. Pittsburg, PA) 		
Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Chemical Physics II (Tutorial)		1 SWS
Lehrform: Übung		
Prüfung: Chemical Physics II (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Es wird dringend empfohlen, das Modul Chemical Physics I zuerst zu absolvieren.	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Wolfgang Scherer	
Häufigkeit: jedes Sommersemester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-24-08 Angewandte Optik	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Überblick • Strahlenoptik: inhomogene Medien („Fata Morgana“), evaneszentes Licht • Wellenoptik: Fresnel-Beugung, Maxwell-Gleichungen • Lichtausbreitung in Materie: Wellenleiter und Glasfasern, Optik in Metallen („Plasmonen“), photonische Kristalle und Metamaterialien • Kohärenz und Interferenz: optische Resonatoren, optische Dünnschichtsysteme, Holographie • Laser: Funktionsweise und Beispiele, Kurzzeitphysik • Optoelektronik: optische Kommunikation, optischer Computer Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Funktionsweise des Lasers und seine Anwendungen, die Grundprinzipien der Nichtlinearen Optik und den aktuellen Stand der Optoelektronik, • sind in der Lage, optische Systeme für technische und wissenschaftliche Anwendungen zu analysieren und • sind kompetent in der Entwicklung und dem praktischen Einsatz derartiger Systeme. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Angewandte Optik Inhalte: siehe Modulbeschreibung Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • D. Meschede: Optik, Licht und Laser (Teubner) • F. K. Kneubühl und M. W. Sigrist: Laser (Teubner) • K. J. Ebeling: Integrierte Optoelektronik (Springer) • W. Zinth und U. Zinth: Optik (Oldenbourg) • P. K. Das: Lasers and Optical Engineering (Springer) Lehrform: Vorlesung	4 SWS

Prüfung: Angewandte Optik (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur	
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Allgemeine Optikkenntnisse aus der Grundvorlesung
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Wolfgang Brütting
Häufigkeit: alle 4 Semester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-24-09 Ion-Solid Interaction	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Introduction (areas of scientific and technological application, principles) • Fundamentals of atomic collision processes (scattering, cross-sections, energy loss models, potentials in binary collision models) • Ion-induced modification of solids (integrated circuit fabrication with emphasis on ion induced phenomena, ion implantation, radiation damage, ion milling and etching (RIE), sputtering, erosion, deposition) • Transport phenomena • Analysis with ion beams Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die physikalischen Prinzipien und die grundlegenden Mechanismen der Wechselwirkung von Teilchen und Festkörpern im Energiebereich von eV bis MeV, • sind in der Lage, geeignete physikalische Modelle für spezifische technologische und wissenschaftliche Anwendungen auszuwählen, und • sind kompetent, Probleme aus dem Bereich der Wechselwirkung zwischen Ionen und Festkörpern weitgehend selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Ion-Solid Interaction Inhalte: see module description Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • R. Smith, Atomic and ion collisions in solids and at surfaces (Cambridge University Press, 1997) • E. Rimini, Ion implantation: Basics to device fabrication (Kluwer, 1995) • W. Eckstein: Computer Simulation of Ion-Solid Interactions (Springer, 1991) • H. Ryssel, I. Ruge: Ionenimplantation (Teubner, 1978) • Y. H. Ohtsuki: Charged Beam Interaction with Solids (Taylor & Francis, 1983) • J. F. Ziegler (Hrsg.): The Stopping and Range of Ions in Solids (Pergamon) • R. Behrisch (Hrsg.): Sputtering by Particle Bombardment (Springer) 	3 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • M. Nastasi, J. K. Hirvonen, J. W. Mayer: Ion-Solid Interactions: Fundamentals and Applications (Cambridge University Press, 1996) • http://www.SRIM.org <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Ion-Solid Interaction (Tutorial)</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS
<p>Prüfung: Ion-Solid Interaction (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Grundkenntnisse aus Physik I–IV, Festkörperphysik, Kernphysik</p>
<p>Sprache: Englisch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: apl. Prof. Dr. Helmut Karl</p>
<p>Häufigkeit: jährlich</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-24-10 Physics of Thin Films	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Schichtwachstum • Dünnschichttechnologie • Analyse dünner Schichten • Eigenschaften und Anwendungen dünner Schichten Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Methoden der Dünnschichttechnologie und wesentliche Eigenschaften und Anwendungen dünner Schichten, • haben Fertigkeiten zur Einordnung der verschiedenen Technologien zur Herstellung dünner Schichten in Bezug auf deren Eigenschaften und Anwendungen erworben • und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus dem Feld der Dünnschichttechnologie weitgehend selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Einüben der Fachsprache Englisch, Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur, Fähigkeit zur Reflexion experimenteller Ergebnisse 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Physics of Thin Films Inhalte: see module description Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • H. Frey, G. Kienel, Dünnschichttechnologie (VDI Verlag, 1987) • H. Lüth, Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films (Springer Verlag, 2001) • A. Wagendristel, Y. Wang, An Introduction to Physics and Technology of Thin Films (World Scientific Publishing, 1994) • M. Ohring, The Materials Science of Thin Films (Academic Press, 1992) Lehrform: Vorlesung	4 SWS
Prüfung: Physics of Thin Films (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur	

Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: keine
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Wolfgang Brütting
Häufigkeit: alle 4 Semester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-24-11 Organic Semiconductors		6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen • Bauelemente und Anwendungen Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden strukturellen und elektronischen Eigenschaften organischer Halbleiter sowie die wesentliche Funktionsweise organischer Halbleiter-Bauelemente, • haben Fertigkeiten zur Einordnung der Materialien und zur Berücksichtigung ihrer Besonderheiten bei der Funktionsweise von Bauelementen erworben, • und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus dem Feld der organischen Elektronik zu erfassen und zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Einüben der Fachsprache Englisch, Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur, Fähigkeit zur Reflexion experimenteller Ergebnisse 		Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden		
Teilmodul		
Lehrveranstaltung: Organic Semiconductors Lehrform: Vorlesung		3 SWS
Lehrveranstaltung: Organic Semiconductors (Tutorial) Lehrform: Übung		1 SWS
Prüfung: Organic Semiconductors (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Es wird dringend empfohlen, das Modul Festkörperphysik zuerst zu absolvieren. Außerdem sind Kenntnisse aus der Molekülphysik wünschenswert.	
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Wolfgang Brütting	

Häufigkeit: alle 4 Semester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-24-12 Magnetism	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Historie, Grundbegriffe • Magnetische Momente, Klassische und Quantenphänomenologie • Austauschwechselwirkung und Molekularfeldtheorie • Magnetische Anisotropie und magnetoelastische Effekte • Magnetische Thermodynamik und exemplarische Anwendungen • Magnetische Domänen und Domänenwände • Magnetisierungsprozess und mikromagnetische Beschreibung • AC Prozesse und ESR • Spintransport / Spintronics • Aktuelle Probleme des Magnetismus Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Phänomene magnetischer Materialien sowie die wichtigsten Methoden und Konzepte zu ihrer Beschreibung, wie die Molekularfeld-Theorie, verschiedene Austauschwechselwirkungen, mikromagnetische Beschreibung, • haben Fertigkeiten zur korrekten Einordnung magnetischer Phänomene und zur Anwendung der dazugehörigen Modellvorstellungen • und besitzen die Kompetenz, grundlegende und typische Problemstellungen aus dem Bereich des Magnetismus weitgehend selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Magnetism Inhalte: see module description Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • D. H. Martin, Magnetism in Solids (London Iliffe Books Ltd.) • J. B. Goodenough, Magnetism and the Chemical Bond (Wiley) • P. A. Cox, Transition Metal Oxides (Oxford University Press) • C. Kittel, Solid State Physics (Wiley) • D. C. Mattis, The Theory of Magnetism (Wiley) • G. L. Squires, Thermal Neutron Scattering (Dover Publications Inc.) 	3 SWS

Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Magnetism (Tutorial) Lehrform: Übung		1 SWS
Prüfung: Magnetism (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Grundlagen der Festkörperphysik und Quantenmechanik	
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Dr. Hans-Albrecht Krug von Nidda	
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-24-14 Low Temperature Physics	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Thermodynamische Grundlagen • Gasverflüssigung • Flüssiges Helium • Kryotechnik Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften der Materie bei tiefen Temperaturen und die entsprechenden experimentellen Techniken, • haben theoretische Fertigkeiten zur Durchführung von Tieftemperatur-Experimenten erworben • und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus der Tieftemperaturphysik weitgehend selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Low Temperature Physics Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Historie, Methoden, Erkenntnisse und Bedeutung der TT-Physik • Thermodynamische Grundlagen: Temperatur, Kreisprozesse, reale Gase, Joule-Thomson-Effekt • Gasverflüssigung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Luft, Wasserstoff, Helium ◦ Trennung von O₂ und N₂ ◦ Vorratsbehälter, Superisolation, Transfervorrichtungen • Flüssiges Helium <ul style="list-style-type: none"> ◦ Gewinnung und thermodynamische Eigenschaften von ⁴He und ³He ◦ Phasendiagramme (⁴He, ³He) ◦ Suprafluidität von ⁴He <ul style="list-style-type: none"> - Experimente, Zweiflüssigkeitsmodell - Bose-Einstein-Kondensation - Anregungsspektrum, kritische Geschwindigkeit - Rotierendes Helium 	3 SWS

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Normalfluides und suprafluides ^3He ◦ ^3He-^4He-Mischungen • Kryotechnik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Badkryostate (^4He, ^3He), $^3\text{He}/^4\text{He}$-Mischungskryostate, Pomeranchuk-Kühlung, Adiabatische Entmagnetisierung ◦ Primäre und sekundäre Thermometer <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • C. Enss, S. Hunklinger, Tieftemperaturphysik (Springer) • F. Pobell, Matter and Methods at Low Temperatures (Springer) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Low Temperature Physics (Tutorial)</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS
<p>Prüfung: Low Temperature Physics (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Inhalte des Moduls Physik IV – Festkörperphysik</p>
<p>Sprache: Englisch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: PD Dr. Reinhard Tidecks</p>
<p>Häufigkeit: alle 4 Semester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-24-15 Plasmaphysik und Fusionsforschung	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Plasmaphysik (Wintersemester) • Fusionsforschung (Sommersemester) Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Methoden und Konzepte der Plasmaphysik und sind mit einfachen, grundlegenden Anwendungen vertraut, • kennen den aktuellen Stand der Fusionsforschung • und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und englischsprachiger Fachliteratur, Training des logischen Denkens, Verknüpfung experimenteller Ergebnisse mit theoretischer Beschreibung, Aneignung einer interdisziplinären Denkweise 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Fusionsforschung Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Kernfusion • Fusion durch Trägheitseinschluss • Fusion mit magnetischem Einschluss • Transport in magnetisierten Plasmen • Diagnostik von Fusionsplasmen Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript (EPP Homepage) • M. Kaufmann: Plasmaphysik und Fusionsforschung (Teubner, 2003) • R. J. Goldstone, P. H. Rutherford: Introduction to Plasma Physics (Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia, 1995) • F. F. Chen: Introduction to Plasma Physics (Plenum Press, New York, 1984) • U. Schumacher: Fusionsforschung (Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt, 1993) Lehrform: Vorlesung	2 SWS
Lehrveranstaltung:	2 SWS

<p>Plasmaphysik</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen • Plasmacharakteristika • Thermodynamisches Gleichgewicht • Stoßprozesse • Teilchenbewegung im Magnetfeld • Vielteilchenbeschreibung • Wellen im Plasma <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript (EPP Homepage) • M. Kaufmann: Plasmaphysik und Fusionsforschung (Teubner, 2003) • R. J. Goldstone, P. H. Rutherford: Introduction to Plasma Physics (Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia, 1995) • F. F. Chen: Introduction to Plasma Physics (Plenum Press, New York, 1984) • U. Schumacher: Fusionsforschung (Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt, 1993) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
---	--

<p>Prüfung: Plasmaphysik und Fusionsforschung (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	
--	--

<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Physik III</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz</p>
<p>Häufigkeit: Beginn jedes WS</p>	<p>Dauer: 2 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-24-16 Plasmadiagnostik	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Plasmaspektroskopie (Wintersemester) • Methoden der Plasmadiagnostik (Sommersemester) <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse der spektroskopischen Methoden, • kennen die physikalischen Grundlagen unterschiedlichster Diagnostikverfahren, • haben grundlegende Kenntnisse über die Anwendung der Diagnostikverfahren in der Fusionsforschung, der Astrophysik und in industriellen Anlagen, • und haben einen Überblick über die Charakterisierung von Plasmen mittels geeigneter Methoden. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens, Einarbeitung in englischsprachige Fachliteratur, Einarbeitung in Teilaspekte mit deren zielgerichteten Relevanz, Erlernen eines anwendungsorientiertes Denkens, Fähigkeit zur Reflexion experimenteller Ergebnisse <p>Anmerkungen Eignet sich als Vertiefung zum Modul Plasmaphysik und Fusionsforschung.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 3</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Grundlagen der Plasmaspektroskopie</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gleichgewichtsbeziehungen für Plasmen • Atomare Daten und Ratenkoeffizienten • Spektrale Größen und ihre Grundlagen • Passive Spektroskopie in verschiedenen Frequenzbereichen • Aktive Spektroskopie <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A. P. Thorne, Spectrophysics, Chapman and Hall • M. Kaufmann, Plasmaphysik und Fusionsforschung, Teubner 2003 • I. A. Hutchinson, Principles of Plasma Diagnostics, Cambridge University Press 1986 <p>Lehrform:</p>	2 SWS

Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Methoden der Plasmadiagnostik Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Diagnostik der Plasma-Wand-Wechselwirkung in Fusionsplasmen • Diagnostik von Gasentladungen und industriellen Prozessen • Messung magnetischer Felder • Strahlungsleistung, Tomographie und Thermographie • Diagnostik heißer Plasmen Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • A. P. Thorne, Spectrophysics, Chapman and Hall • M. Kaufmann, Plasmaphysik und Fusionsforschung, Teubner 2003 • I. A. Hutchinson, Principles of Plasma Diagnostics, Cambridge University Press 1986 Lehrform: Vorlesung		2 SWS
Prüfung: Plasmadiagnostik (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Die Vorlesung baut auf den Inhalten des Moduls Plasmaphysik und Fusionsforschung auf.	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz	
Häufigkeit: Beginn jedes WS	Dauer: 2 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-24-17 Physik der Atmosphäre I	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Einführung • Strahlung: Planck-Funktion, Strahlungsbilanz der Atmosphäre, Heizraten, Treibhauseffekt, Strahlungsmodelle • Dynamik: Navier-Stokes-, Kontinuitäts- und Adiabatengleichung, atmosphärische Wellen • Chemie: Absorptions- & Emissionsspektren, Heizraten • Darstellung der Prozesse in Modellen • Aspekte der Fernerkundung <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Phänomene der atmosphärischen Prozesse im Bereich Strahlung und Dynamik sowie (eingeschränkt) der Chemie, • haben Fertigkeiten zur Formulierung moderner Fragestellungen der Atmosphärenphysik erworben • und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus den Bereichen der Atmosphärenphysik, der Fernerkundung und Modellierung weitgehend selbständig zu beurteilen und Lösungsansätze aufzuzeigen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen <p>Anmerkungen</p> <p>Im jeweils folgenden Sommersemester wird in der Regel das Vertiefungsmodul Physik der Atmosphäre II angeboten.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden</p> <p>empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Physik der Atmosphäre I</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • G. Visconti, Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer) • D. G. Andrews, An introduction to atmospheric physics (Cambridge) • J. T. Houghton, The physics of atmospheres (Cambridge) • L. D. Landau, E. M. Lifschitz, Lehrbuch der theoretischen Physik: Hydrodynamik (Harri Deutsch) 	2 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • H. Pichler, Dynamik der Atmosphäre (Spektrum) • W. Rödel, Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre (Springer) • M. Z. Jacobson, Fundamentals of atmospheric modeling (Cambridge) • W. G. Rees, Physical principles of remote sensing: 1. Remote sensing (Cambridge) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Übung zu Physik der Atmosphäre I</p> <p>Lehrform: Übung</p>	2 SWS
<p>Prüfung: Physik der Atmosphäre I (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Experimentalphysik-Vorlesungen des Bachelorstudiengangs Physik auf.</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Dr. Michael Bittner</p>
<p>Häufigkeit: jedes Wintersemester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-24-18 Superconductivity	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbemerkungen und Literatur • Historie und Hauptmerkmale des supraleitenden Zustandes, ein Überblick • Phänomenologische Thermodynamik und Elektrodynamik des Supraleiters • Ginzburg-Landau-Theorie • Mikroskopische Theorien • Experimente zur Grundvorstellung über den supraleitenden Zustand • Josephsoneffekte • Hochtemperatursupraleiter • Anwendungen der Supraleitung Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sollen in das Phänomen der Supraleitung eingeführt werden. • Anhand von experimentellen Ergebnissen sollen sie die grundlegenden Eigenschaften des supraleitenden Zustands kennenlernen. • Es wird besonderer Wert darauf gelegt, die Konzepte und inhaltlichen Aussagen der wichtigsten phänomenologischen und mikroskopischen theoretischen Beschreibungen des supraleitenden Zustands zu verstehen und damit die experimentellen Beobachtungen zu erklären. • Die Studierenden lernen die wichtigsten technischen Anwendungen der Supraleitung kennen. • Zum vertieften weiteren Selbststudium dienen umfangreiche Literaturangaben. 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Superconductivity Inhalte: see module description Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • W. Buckel, Supraleitung, 5. Auflage (VCH, Weinheim, 1994) • W. Buckel und R. Kleiner, Supraleitung, 6. Auflage (WILEY-VCH, Weinheim, 2004) • M. Tinkham, Introduction to Superconductivity, 2nd Edition (McGraw-Hill, Inc., New York, 1996, Reprint by Dover Publications Inc. Miniola , 2004) • Weitere Literatur wird in der Vorlesung angegeben Lehrform:	4 SWS

Vorlesung	
Prüfung: Superconductivity (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung	
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Physik IV (Festkörperphysik), Theoretische Physik I – III
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: PD Dr. Reinhard Tidecks
Häufigkeit: alle 4 Semester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-24-19 Physik der Atmosphäre II	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamik der Atmosphäre (Grundlagen, Wellen) • Chemie der Stratosphäre (Ozonabbau) • Atmosphärenfernerkundung (satellitenbasierte Methoden, bodengestützte Messtechniken) <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Prozesse im Bereich der atmosphärischen Dynamik mit Schwerpunkt auf Wellen, im Bereich der stratosphärischen Ozonchemie und sie kennen die grundlegenden messtechnischen Verfahren zur Fernerkundung der Atmosphäre, • haben Fertigkeiten zur Formulierung moderner Fragestellungen der Atmosphärenphysik erworben • und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus dem Bereich der Atmosphärenphysik weitgehend selbständig zu beurteilen und Lösungsansätze aufzuzeigen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen <p>Anmerkungen Jeweils im Wintersemester wird das Modul Physik der Atmosphäre I angeboten.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Physik der Atmosphäre II</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Lehrform: Vorlesung</p>	2 SWS
<p>Lehrveranstaltung: Übung zu Physik der Atmosphäre II</p> <p>Lehrform: Übung</p>	2 SWS
<p>Prüfung: Physik der Atmosphäre II (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	

Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Das Modul baut auf den Inhalten der Experimentalphysik-Vorlesungen des Bachelorstudiengangs Physik sowie dem Modul „Physik der Atmosphäre I“ auf.
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Dr. Michael Bittner
Häufigkeit: jedes Sommersemester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-24-20 Complex Materials: Fundamentals and Applications	8 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Amorphe Materialien • Ferroelektrika • Multiferroika • Thermoelektrische Materialien • Niederdimensionale Materialssysteme (u.a. Graphen) • Nanostrukturierte Materialien (u.a. Quantendots) • Transportphänomene Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe und Konzepte der modernen Festkörperphysik, • besitzen ein fundiertes Verständnis grundlegender physikalischer Zusammenhänge in komplexen Materialien und deren Anwendungen, • besitzen Kenntnis von der qualitativen Beobachtung über die quantitative Messung bis hin zur verallgemeinernden mathematischen Beschreibung physikalischer Effekte ausgewählter komplexer Materialsysteme. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur, Erlernen von Präsentationstechniken, Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Dokumentation experimenteller Ergebnisse, interdisziplinäres Denken und Arbeiten 	Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Complex Materials: Fundamentals and Applications Inhalte: siehe Modulbeschreibung Literatur: wird in der Vorlesung bekannt gegeben Lehrform: Vorlesung	4 SWS
Lehrveranstaltung: Complex Materials: Fundamentals and Applications (Tutorial) Lehrform:	2 SWS

Übung	
Prüfung: Complex Materials: Fundamentals and Applications (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung	
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Grundlagen der Festkörperphysik
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Manfred Albrecht
Häufigkeit: jedes Sommersemester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-24-21 Spintronics	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Magnetismus • Grundlegende Effekte in der Spintronik und Anwendungen • Neue Materialien für die Spintronik • Experimentelle Methoden zur Ausnutzung der Spinpolarität • Spintronik auf Basis von Halbleitermaterialien <p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die grundlegenden Eigenschaften von magnetischen Materialien und die grundlegenden Effekte der Spintronik und deren Anwendungsmöglichkeiten, • haben die Fertigkeit erworben, Materialien auf ihre Eignung für die Verwendung in spinpolarisierten Bauteilen einzuschätzen, • und besitzen die Kompetenz, aktuelle Probleme auf dem Gebiet der halbleitenden und metallbasierten Spintronik-Anwendungen weitgehend selbständig anzugehen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden</p>	
Teilmodul	
<p>Lehrveranstaltung: Spintronics</p> <p>Inhalte: see module description</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Cengage Learning (2011), ISBN: 81-315-0052-7 • C. Felser, G. H. Hechter, Spintronics - From Materials to Devices, Springer (2013), ISBN: 978-90-481-3831-9 • S. Bandyopadhyay, M. Cahay, Introduction to Spintronics, CRC Press (2008), ISBN: 978-0-9493-3133-6 <p>Lehrform: Vorlesung</p>	3 SWS
<p>Lehrveranstaltung: Spintronics (Tutorial)</p> <p>Lehrform:</p>	1 SWS

Übung	
Prüfung: Spintronics (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur	
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Grundlagen der Festkörperphysik und der Quantenmechanik
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. German Hammerl
Häufigkeit: jedes Sommersemester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-24-22 Applied Magnetic Materials and Methods	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • ferrimagnets, permanent magnets • magnetic nanoparticles • superparamagnetism • exchange bias effect • magneto-transport, sensors • experimental methods Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen die grundlegenden Begriffe und Konzepte des Magnetismus, • besitzen ein fundiertes Verständnis grundlegender physikalischer Zusammenhänge und deren Anwendungen, • besitzen Kenntnis von der qualitativen Beobachtung über die quantitative Messung bis hin zur verallgemeinernden mathematischen Beschreibung physikalischer Effekte ausgewählter magnetischer Materialsysteme. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur, Erlernen von Präsentationstechniken, Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Dokumentation experimenteller Ergebnisse, interdisziplinäres Denken und Arbeiten 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Applied Magnetic Materials and Methods Inhalte: see module description Literatur: to be announced at the beginning of the lecture Lehrform: Vorlesung	3 SWS
Lehrveranstaltung: Applied Magnetic Materials and Methods (Tutorial) Lehrform: Übung	1 SWS

Prüfung: Applied Magnetic Materials and Methods (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung	
---	--

Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Basics in solid state physics
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Manfred Albrecht
Häufigkeit: jedes Wintersemester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-25-01 Vielteilchentheorie	8 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Quantenmechanik für Vielteilchensysteme (2. Quantisierung) • Zweizeitige Green-Funktionen • Lineare Resonsetheorie (verallgemeinerte Suszeptibilitäten) • Vielteilchensysteme ohne dynamische Korrelationen • Das Wicksche Theorem • Näherung des effektiven Feldes • BCS-Theorie der Supraleitung • Diagrammatische Störungsrechnung • Statistische Physik des Nichtgleichgewichts • Fermionische und bosonische Modellsysteme Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung von quantenmechanischen Vielteilchensystemen. • Sie sind in der Lage, approximative Methoden der Vielteilchenphysik zur Berechnung von spektroskopischen Meßgrößen und Transportkoeffizienten anzuwenden und • sind kompetent, Problemstellungen aus den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Vielteilchentheorie Inhalte: siehe Modulbeschreibung Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 7, "Vielteilchentheorie" (Verlag Zimmermann Neufang) • A. Messiah, "Quantum Mechanics", Band 2 • R.D. Mattuck, "A Guide to Feynman Diagrams in the Many Body Problem" (Dover Publications) • A.L. Fetter, I.D. Walecka, "Quantum Theory of Many-Particle Systems" (McGraw Hill) 	4 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I. Dzyaloshinsky, "Methods of Quantum Field Theory" (Dover Publications) • S. Doniach, E.H. Sondheimer, Frontiers in Physics Lecture Note Series 44, "Green • G.D. Mahan, "Many-Particle Physics" (Plenum Press) • I.W. Negele, H. Orland, "Quantum Many-Particle Physics", Frontiers in Physics Lecture Note Series 68 (Addison Wesley). <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Übung zu Vielteilchentheorie</p> <p>Lehrform: Übung</p>	2 SWS
<p>Prüfung: Vielteilchentheorie (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Kenntnisse der Theoretischen Festkörperphysik</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Arno Kampf</p>
<p>Häufigkeit: jährlich</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-25-02 Statistische Physik des Nichtgleichgewichts	8 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Statistischen Physik • Stochastische Prozesse, Brownsche Bewegung • Spezifische Anwendungen (z. B. Ratentheorie, rauschinduzierter Transport, anomale Diffusion, Finanzphysik, biophysikalischen Anwendungen) • Antworttheorie (Green-Kubo und Fluktuationstheoreme) • Kinetische Transporttheorie (BGK Gleichungen, Boltzmann- und Vlasov-Gleichungen) • Thermodynamik Linearer Irreversibler Prozesse <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden wissen um die Problematik, Fülle und Vielfalt von Nichtgleichgewichtsphänomenen, • kennen den Unterschied zur Physik im thermischen Gleichgewicht, • beherrschen die Methoden zur Behandlung von Phänomenen fernab vom Gleichgewicht und sind fähig, diese auf konkrete Probleme anzuwenden, und • besitzen die Kompetenz, sich in offene Fragestellungen einzuarbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen <p>Anmerkungen Je nach Bedarf wird dieses Modul in zwei Teilen angeboten (jeweils 2 V + 1 Ü).</p>	<p>Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 3</p>
<p>Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Statistische Physik des Nichtgleichgewichts</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • R. Zwanzig, Nonequilibrium Statistical Mechanics (Oxford University Press) • H.B. Callen, Thermodynamics and Introduction to Thermostatistics, Chapt. 19 and Part II (Wiley) • H.J. Kreuzer, Nonequilibrium Thermodynamics and its Statistical Foundations (Clarendon Press, Oxford) • J. Jäckle, Einführung in die Transporttheorie (Vieweg Verlag) • P. Hänggi and H. Thomas, Stochastic Processes: Time-Evolution, Symmetries and Linear Response (Phys. Rep. 88, 207-319 (1982)) 	2 SWS

Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Übung zu Statistische Physik des Nichtgleichgewichts Lehrform: Übung		1 SWS
Prüfung: Statistische Physik des Nichtgleichgewichts (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Stoff eines viersemestrigen Kurses in Theoretischer Physik, darunter Thermodynamik und Statistische Physik	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Peter Hänggi	
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-25-03 Relativistische Quantenfeldtheorie	8 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erinnerung an die kovariante Formulierung der speziellen Relativitätstheorie und an klassische Feldtheorie • Freies Klein-Gordon-Feld • Freies Dirac-Feld • Freies elektromagnetisches Feld • Quantenelektrodynamik • Elektroschwache Wechselwirkung <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen der Theorie der Elementarteilchen, insbesondere die relativistische feldtheoretische Beschreibung von Fermionen und Bosonen, die Beschreibung von Wechselwirkungen am Beispiel der Quantenelektrodynamik sowie gruppentheoretische Grundlagen, • können Zusammenhänge zwischen einer relativistischen Quantenfeldtheorie und der quantenfeldtheoretischen Beschreibung von Festkörpern herstellen • und sind in der Lage, das erworbene Wissen auf die Analyse konkreter Problemstellungen anzuwenden. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. 	<p>Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Relativistische Quantenfeldtheorie</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • J. D. Bjorken, S. D. Drell, Relativistische Quantenmechanik (BI-Wissenschaftsverlag) • J. D. Bjorken, S. D. Drell, Relativistische Quantenfeldtheorie (BI-Wissenschaftsverlag) • W. Greiner u. a., Theoretische Physik, Bände 7, 7A, 8 (Harri Deutsch) 	4 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • M. E. Peskin, D. V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory (Westview Press) • M. Kaku, Quantum field theory (Oxford University Press) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Übung zu Relativistische Quantenfeldtheorie</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur: siehe zugehörige Vorlesung</p> <p>Lehrform: Übung</p>	2 SWS
<p>Prüfung: Relativistische Quantenfeldtheorie (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Stoff eines viersemestrigen Kurses in Theoretischer Physik</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold</p>
<p>Häufigkeit: jedes Wintersemester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-25-04 Allgemeine Relativitätstheorie	8 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Äquivalenzprinzip • Bewegung in gekrümmten Räumen (metrischer Tensor, ko- und kontravariante Vektoren, Tensoren, freies Teilchen in gekrümmten Koordinaten) • Schwarzschildmetrik (Bewegung im Gravitationsfeld, nichtrelativistische Näherung) • Konsequenzen der gekrümmten Geometrie im Sonnensystem (Spektralverschiebung, Periheldrehung, Lichtablenkung, Radarechoverzögerung) • Paralleltransport und kovariante Ableitung • Geodätische Präzession • Riemannscher Krümmungstensor und Ricci-Tensor (geodätische Abweichung, Paralleltransport und Krümmung) • Energie-Impuls-Tensor • Einsteinsche Feldgleichung • Schwarzschildlösung in verschiedenen Koordinaten • Gravitationswellen <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Prinzipien der Allgemeinen Relativitätstheorie sowie einige experimentelle Tests der Theorie, • verstehen die physikalische Relevanz der formalen Methoden der Differentialgeometrie • und sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. 	<p>Arbeitsaufwand: 240 Stunden</p> <p>empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Allgemeine Relativitätstheorie</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur: J. Foster, J. D. Nightingale, A short course in general relativity (Springer)</p>	2 SWS

Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Übung zu Allgemeine Relativitätstheorie Lehrform: Übung		2 SWS
Prüfung: Allgemeine Relativitätstheorie (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Kenntnisse der Theoretischen Physik und Mathematik, wie sie üblicherweise in einem Bachelorstudiengang Physik oder einem Bachelorstudiengang Mathematik mit Nebenfach Physik erworben werden	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold	
Häufigkeit: alle 4 Semester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-25-05 Theorie des Magnetismus	8 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Magnetismus und elektronische Wechselwirkung • Spinaustausch • Para- und Diamagnetismus • Quantenhalleffekt • Ising-Modell • Heisenberg-Modell • Hubbard-Modell • Kondo-Problem Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Mechanismen, die im Festkörper zum Magnetismus führen, • kennen die magnetischen Quantenmodelle und die Standard-Lösungsverfahren, • können den Zusammenhang zwischen Magnetismus und elektronischen Korrelationen herstellen • und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz 	Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Theorie des Magnetismus Inhalte: siehe Modulbeschreibung Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • P. Fazekas, Electron Correlation and Magnetism (World Scientific) • W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus (Teubner) • K. Yosida, Theory of Magnetism (Springer) Lehrform: Vorlesung	4 SWS
Lehrveranstaltung:	2 SWS

Übung zu Theorie des Magnetismus Lehrform: Übung		
Prüfung: Theorie des Magnetismus (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Thilo Kopp	
Häufigkeit: alle 4 Semester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-25-06 Theorie der Phasenübergänge	8 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in kritische Phänomene • Ising-Modell • Mittlere-Feld-Theorie und Landau Theorie • Fluktuationen • Anomale Dimension und Skalenhypothese • Renormierungsgruppe • Epsilon-Entwicklung • Kosterlitz-Thouless-Übergang; oder (alternativ) Quantenphasenübergänge Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Konzepte zur Erstellung von Mean-Field-Theorien und des Ginzburg-Landau-Funktional und verstehen die Bedeutung des Skalenverhaltens bei Phasenübergängen, • haben die Fertigkeit erworben, Fluktuationskorrekturen zu berechnen und können Renormierungs-Gruppen-Analysen durchführen, • besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz 	Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Theorie der Phasenübergänge Inhalte: siehe Modulbeschreibung Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • N. Goldenfeld, Lectures on Phase Transitions and the RG (Addison-Wesley) • P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics (Cambridge University Press) • J. Cardy, Scaling and Renormalization in Statistical Physics (Cambridge University Press) • P. Pfeuty and G. Toulouse, Introduction to the RG and to Critical Phenomena (John Wiley& Sons) 	4 SWS

Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Übung zu Theorie der Phasenübergänge Lehrform: Übung		2 SWS
Prüfung: Theorie der Phasenübergänge (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Thilo Kopp	
Häufigkeit: alle 4 Semester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-25-07 Theorie der Supraleitung	8 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Historie, wichtige Experimente • Bardeen-Cooper-Schrieffer-Theorie • Elektrodynamik von Supraleitern • Ginzburg-Landau-Theorie • Josephson-Effekt • Fluktuationen des Ordnungsparameters • Gorkov-Gleichungen, Nambu-Formalismus • Schmutzige Supraleiter Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Phänomene supraleitender Materialien sowie die wichtigsten theoretischen Methoden und Konzepte zu ihrer Beschreibung, wie die BCS-Theorie und die Methode der Greenschen Funktionen, • haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von modernen Fragestellungen der Vielteilchenphysik, insbesondere im Rahmen der Mean-Field-Näherung, erworben, • und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus der Theorie der Supraleitung weitgehend selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz 	Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Theorie der Supraleitung Inhalte: siehe Modulbeschreibung Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart and Winston) • M. Tinkham, Introduction to Superconductivity (McGraw-Hill) • A. A. Abrikosov, Fundamentals of the Theory of Metals (Academic) • E. M. Lifschitz, L. P. Pitaevskii, Statistical Physics Part 2 (Pergamon) • P. G. de Gennes, Superconductivity in Metals and Alloys (Westview) 	4 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • R. D. Parks (editor), Superconductivity, Vol. 1 & 2 (Marcel Dekker) 		
Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Übung zu Theorie der Supraleitung Lehrform: Übung		2 SWS
Prüfung: Theorie der Supraleitung (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren. Außerdem sind Kenntnisse aus der Vielteilchentheorie wünschenswert.	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Ulrich Eckern	
Häufigkeit: alle 4 Semester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-25-08 Ungeordnete Systeme	8 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Was ist Unordnung und warum ist sie wichtig in realen Systemen? • Perkolation • Klassische Spinsysteme • Zufallsmatrixtheorie • Anderson-Lokalisierung • Numerische Methoden für ungeordnete Systeme <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung makroskopischer Systeme bei zufällig gebrochener Translationsinvarianz (Unordnung), • haben durch selbständige Arbeit mit Übungsbeispielen die Anwendung dieser Konzepte auf konkrete Problemstellungen der Physik erlernt, • besitzen die Fähigkeit, physikalische Größen (z. B. Zustandsdichte, Leitfähigkeit) für konkrete ungeordnete Systeme zu bestimmen und • die Kompetenz, Fragen der Physik ungeordneter Systeme in Theorie und Praxis qualitativ und quantitativ nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft zu formulieren und zu beantworten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz 	<p>Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Ungeordnete Systeme</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Was ist Unordnung und warum ist sie wichtig in realen Systemen? • Perkolation <ul style="list-style-type: none"> ◦ Perkolation in einer Dimension ◦ Perkolation auf dem Bethe-Gitter ◦ Skalentheorie der Perkolation • Klassische Spinsysteme <ul style="list-style-type: none"> ◦ Verdünnter Ferromagnet ◦ Spingläser 	4 SWS

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Replica-Trick und Replicasymmetrie-Brechung • Zufallsmatrixtheorie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Symmetrien ◦ Verteilung der Eigenwerte ◦ Statistik der Niveauabstoßung ◦ Funktionalintegral-Darstellung • Anderson-Lokalisierung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Anderson-Lokalisierung in einer Dimension ◦ Skalentheorie in d Dimensionen ◦ Verallgemeinerte Zufallsmatrizen • Numerische Methoden für ungeordnete Systeme <ul style="list-style-type: none"> ◦ Transfer-Matrix-Methode ◦ Ein-Parameter-Skalentheorie <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • J. M. Ziman, Models of disorder (Cambridge) • M. L. Mehta, Random matrices (Academic Press) • C. Itzykson, J.-M. Drouffe, Statistical field theory (Cambridge) • A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory (Cambridge) • M. Kardar, Statistical Physics of fields (Cambridge) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Übung zu Ungeordnete Systeme</p> <p>Lehrform: Übung</p>	2 SWS
<p>Prüfung: Ungeordnete Systeme (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Inhalte der Vorlesungen Theoretische Physik I - IV des Bachelorstudiengangs Physik</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Klaus Ziegler</p>
<p>Häufigkeit: alle 4 Semester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-25-09 Computational Physics and Materials Science	8 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Basic Numerical Methods • Ordinary and Partial Differential Equations • Density Functional Theory and Molecular Dynamics • Advanced Methods for Many-Particle Systems • Monte Carlo Simulations Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die numerischen Methoden, die für die Lösung physikalischer und materialwissenschaftlicher Probleme geeignet sind, insbesondere Methoden zur Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen sowie Molekulardynamik und Monte-Carlo-Simulationen, • sind in der Lage, diese Verfahren praktisch umzusetzen, • und besitzen die Kompetenz, theoretisch-numerische Problemstellungen aus den verschiedensten Bereichen der Physik und der Materialwissenschaften unter Anleitung zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz 	Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Computational Physics and Materials Science Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Basic Numerical Methods <ul style="list-style-type: none"> ◦ Programming languages: Fortran, C++, Perl, Python, compilation and execution ◦ Differentiation and integration, interpolations and approximations ◦ Zeros and extremes of a single-variable function ◦ Matrices in physics: Gauss elimination, LU decomposition, Cholesky factorization, recursive algorithm • Ordinary and Partial Differential Equations <ul style="list-style-type: none"> ◦ The Euler method, the second and fourth order Runge-Kutta method ◦ Simple pendulum, double pendulum, Poincare plots, chaotic regime 	4 SWS

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Boundary value and eigen value problems: elastic waves in a vibrating rod, the shooting method ◦ One dimensional Schrödinger equation, Numerov algorithm • Density Functional Theory and Molecular Dynamics <ul style="list-style-type: none"> ◦ Density Functional Theory for solids: the muffin-tin concept ◦ Electronic structure calculations with APW, KKR and LMTO methods ◦ Molecular dynamics simulations, the Verlet algorithm ◦ Structure and dynamics of real materials, ab-initio molecular dynamics • Advanced Methods for Many-Particle Systems <ul style="list-style-type: none"> ◦ The second quantization and the Hartree-Fock method ◦ Models and many body Hamiltonians and their numerical representation ◦ Exact diagonalization, the power method, Lanczos method ◦ Lehmann representation, Green functions, dynamic correlations • Monte Carlo Simulations <ul style="list-style-type: none"> ◦ Random numbers, high dimensional integrals, Importance sampling, Diffusion limited aggregation. ◦ Markov chains, Metropolis algorithm, Ising model, Wang-Landau algorithm, simulated annealing, traveling salesman problem ◦ Quantum Monte Carlo methods, path integrals and path integral Monte Carlo, QMC on the lattice, Heisenberg model, world-line approach ◦ Determinantal QMC, the Hirsch-Fye algorithm, continuous time QMC <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tao Pang, An Introduction to Computational Physics (Cambridge University Press) • J. M. Thijssen, Computational Physics (Cambridge University Press) • S. Koonin, D. Meredith, Computational Physics (Addison-Wesley) • W. H. Press et al., Numerical Recipes (Cambridge University Press) [available on-line at http://www.nr.com/] • D. C. Rapaport, The Art of Molecular Dynamics Simulation (Cambridge University Press) • R. H. Landau, M. J. Paez, C. Bordeianu, Computational Physics (Wiley-VCH) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Computational Physics and Materials Science (Tutorial)</p> <p>Lehrform: Übung</p>	<p>2 SWS</p>
<p>Prüfung: Computational Physics and Materials Science (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Das Modul setzt die Inhalte des Bachelor-Moduls „Numerische Verfahren“ (BaPhy-45-01) sowie</p>

	elementare Programmierkenntnisse (zum Beispiel Fortran, C/C++, Python, ...) voraus.
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Liviu Chioncel
Häufigkeit: alle 4 Semester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-25-10 Theorie der kondensierten Materie	8 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamischer Strukturfaktor und Debye-Waller-Faktor • Elastizitätstheorie • Transport-Theorie: Die Boltzmann-Gleichung • Landau-Fermiflüssigkeitstheorie I: Grundlagen und Thermodynamik • Landau-Fermiflüssigkeitstheorie II: Kollektive Anregungen • Elektron-Phonon-Wechselwirkung in Metallen • Theorie der Supraleitung I: Einführung und Cooper-Instabilität • Theorie der Supraleitung II: BCS-Theorie • Dia- und Paramagnetismus • Elektronische Wechselwirkung und magnetische Ordnung • Magnetische Ordnung im Heisenberg-Modell • Hubbard-Modell <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Grundlagen und Methoden der quantentheoretischen Beschreibung der kondensierten Materie und ihrer Eigenschaften im Rahmen nicht-wechselwirkender Vielteilchensysteme bzw. effektiver Einteilchentheorien wie der Fermiflüssigkeitstheorie von Landau, • sind in der Lage, physikalische Fragestellungen der Physik der kondensierten Materie theoretisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Näherungsmethoden zu untersuchen, • besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Teilgebieten selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz 	<p>Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Theorie der kondensierten Materie</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics (Rinehart and Winston) 	4 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • J. M. Ziman, Prinzipien der Festkörpertheorie (Harri Deutsch) • J. Solyom, Fundamentals of the Physics of Solids, Vol. 1: Structure and Dynamics (Springer, 2007) • J. Solyom, Fundamentals of the Physics of Solids, Vol. 2: Electronic Properties (Springer, 2009) • D. Pines and P. Nozieres, The Theory of Quantum Liquids (Westview Press) • F. Duan and J. Guojun, Introduction to Condensed Matter Physics, Vol. 1 (World Scientific) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Übung zu Theorie der kondensierten Materie</p> <p>Lehrform: Übung</p>	2 SWS
<p>Prüfung: Theorie der kondensierten Materie (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Die Vorlesung baut insbesondere auf den Inhalten der Bachelormodule Theoretische Physik II + III, Physik IV sowie des Mastermoduls Theoretische Festkörperphysik auf.</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Dieter Vollhardt</p>
<p>Häufigkeit: alle 4 Semester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-25-11 Theoretische Biophysik	8 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cell structure and organization. Molecules of life, structure-function relations. Importance of dynamics, spatial and time scales • Molecular forces in biological structures. Entropic forces and importance of electrostatics. Energy scales. Molecular dynamics and visualization • Global transitions in proteins. Two-state thermodynamical model and Arrhenius kinetics, importance of both entropy and enthalpy changes • Biochemical reactions: macroscopic enzyme kinetics and stochastic effects in real cells • Gene-protein circuits (genetic regulation), genetic switches and oscillators • Transmembrane transport: ion channels, pumps, and transporters • Excitable membranes: Hodgkin-Huxley model and bottom-up approach • Molecular motors as macromolecular Brownian machines and biochemical cycle kinetics <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Grundbegriffe, Konzepte, Phänomenologie und Theorie zur Erforschung von Struktur, Dynamik und Kinetik der biologisch relevanten molekularen Systeme, sowie die wichtigsten biophysikalischen Modelle, • sind in der Lage, freie Software für biophysikalische Simulationen einzusetzen, • sind kompetent, theoretische Modelle selbst vorzuschlagen und zu untersuchen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz <p>Anmerkungen Je nach Bedarf wird dieses Modul in zwei Teilen angeboten (jeweils 2 V + 1 Ü).</p>	<p>Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Theoretische Biophysik (Teil 1)</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • P. Nelson, Biological Physics: Energy, Information, Life (Freeman, New York, 2004). 	2 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • M. B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics (Cambridge University Press, 2006) • J. Keener and J. Sneyd, Mathematical Physiology (Springer, New York, 2001). • T. L. Hill, Free Energy Transduction and Biochemical Cycle Kinetics (Dover Publications, 2004) • R. Nossal and H. Lecar, Molecular and Cell Biophysics (Addison-Wesley, Redwood City, 1991) • T. D. Pollard, W. C. Earnshaw, and J. Lippincott-Schwartz, Cell Biology, second edition (Spektrum Verlag, 2007). • P. Atkins and J. de Paula, Atkin <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Übung zu Theoretische Biophysik (Teil 1)</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS
<p>Prüfung: Theoretische Biophysik (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Mechanik, Elektrodynamik, Statistische Physik</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: PD Dr. Igor Goychuck</p>
<p>Häufigkeit: alle 4 Semester</p>	<p>Dauer: 2 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-25-12 Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme	8 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen nichtlinearer Dynamik • Seltsame Attraktoren und fraktale Dimensionen • Chaos in Hamiltonschen Systemen • Kontrolle und Synchronisation von Chaos • Dynamisches Chaos in realen Systemen • Quantenchaos Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften chaotischer Systeme, • kennen die Probleme, aber auch die Möglichkeiten, die gegenüber linearen Systemen entstehen, • haben die Kompetenz, Fragen zu den genannten Themen zu formulieren und zu beantworten, • und können solche Systeme im Hinblick auf Anwendungen qualitativ und quantitativ modellieren. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Einüben der Fachsprache Englisch 	Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme Inhalte: see module description Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • E. Ott, Chaos in Dynamical Systems (Cambridge University Press, 2nd ed., 2009) • Scholarpedia, section "Dynamical Systems" (http://www.scholarpedia.org) • N. Tufillaro, T. Abbott, and J. Reilly, An Experimental Approach to Nonlinear Dynamics and Chaos (Addison-Wesley, New York, 1992) Lehrform: Vorlesung	4 SWS
Lehrveranstaltung: Übung zu Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme Lehrform:	2 SWS

Übung	
Prüfung: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung	
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Stoff eines viersemestrigen Kurses in theoretischer Physik, insbesondere Mechanik
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Sergey Denisov
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-25-13 Basics of Quantum Computing	8 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction: Hilbert space, density matrix, quantum operators • Qubits as two-level systems and their realizations (with spins, real and artificial atoms, photonic devices, etc) • Entanglement and its qualifiers; entangled states and their applications • Quantum measurements • Quantum gates: building blocks of quantum computing • Quantum algorithms and their implementations <p>Lernziele/Kompetenzen: The students will learn</p> <ul style="list-style-type: none"> • the basic principles of quantum information theory and quantum computing, • how to construct and evaluate simple quantum circuits, • how to simulate quantum circuits on classical PCs. 	<p>Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Basics of Quantum Computing</p> <p>Inhalte: see module description</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • D. DiVincenzo, Quantum Computation, Science 270, 255-261 (1995) • M. Nielsen and I. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, 2000) • J. Stolze and D. Suter, Quantum Computing (Wiley-VCH, 2004) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	4 SWS
<p>Lehrveranstaltung: Basics of Quantum Computing (Tutorial)</p> <p>Lehrform: Übung</p>	2 SWS
<p>Prüfung: Basics of Quantum Computing (30 Minuten) Prüfungstyp: Mündliche Prüfung</p>	

Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Good knowledge of quantum mechanics
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Sergey Denisov
Häufigkeit: unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Physikalischer Wahlbereich Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-31-01		4 ECTS-Punkte
Seminar Journal Club		
<p>Inhalte: Aktuelle Forschungsergebnisse und ‚Klassiker‘ der Physik sollen von den Studierenden zusammengefasst und in Form eines Vortrags vorgestellt werden. Dazu eine kurze Zusammenfassung der erarbeiteten Literatur als schriftliche Hausarbeit.</p> <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erarbeiten sich Kenntnisse in der Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse anhand der Vorstellung aktueller Veröffentlichungen, • haben Fertigkeiten, komplexe experimentelle Forschungsergebnisse aufzuarbeiten und in kurzer, prägnanter Form in einem Vortrag und einem ‚Term paper‘ darzustellen, und • besitzen die Kompetenz, übergreifende Problemstellungen im Bereich der experimentellen Festkörperphysik selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur / Erlernen von Präsentationstechniken / kritische Reflexion experimenteller Ergebnisse im internationalen wissenschaftlichen Kontext / Präsentation eigener Ergebnisse auf wissenschaftlichen Konferenzen / Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis <p>ECTS-Bedingungen Seminarvortrag (ca. 30 - 45 min)</p>		<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>		
Teilmodul		
<p>Lehrveranstaltung: Seminar Journal Club</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur: Die zu bearbeitende Literatur wird den Studierenden zur Verfügung gestellt.</p> <p>Lehrform: Seminar</p>		2 SWS
<p>Prüfung: Seminar Journal Club (45 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>		
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen:</p>	

	Solide Kenntnisse in den Grundlagen der Physik, insbesondere Festkörper- und Nanophysik
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Achim Wixforth
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-31-02		4 ECTS-Punkte
Seminar on Surface Physics		
Inhalte: Themen aus den Gebieten der Struktur, der elektronischen Eigenschaften, der Thermodynamik sowie des chemischen Reaktionsverhaltens an Ober- und Grenzflächen.		Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben Kenntnisse der Struktur, der elektronischen Eigenschaften, der Thermodynamik sowie des chemischen Reaktionsverhaltens an Ober- und Grenzflächen, • haben die Fertigkeit, sich Problemstellungen aus Grundlagenforschung und der angewandten Forschung auf dem Gebiet der Physik von Ober- und Grenzflächen selbständig mittels Literaturstudium zu erarbeiten und in Form einer Präsentation darzustellen • und besitzen die Kompetenz, die Bedeutung entsprechender Problemstellungen in Grundlagenforschung und angewandter Forschung und Lösungsansätze anderen zu vermitteln. 		
Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden		
Teilmodul		
Lehrveranstaltung: Seminar on Surface Physics		2 SWS
Inhalte: siehe Modulbeschreibung		
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Ertl, Küppers: Low Energy Electrons and Surface Chemistry (VCH) • Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids (Springer) • Zangwill: Physics at Surfaces (Cambridge) • Feldmann, Mayer: Fundamentals of Surface and thin Film Analysis (North Holland) • Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers (Teubner) • Briggs, Seah: Practical Surface Analysis I und II (Wiley) • sowie aktuelle Veröffentlichungen aus dem Themengebiet 		
Prüfung: Seminar on Surface Physics (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Experimentelle Festkörperphysik, Physics of Surfaces and Interfaces	

Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Siegfried Horn
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-31-03		4 ECTS-Punkte
Seminar über Spektroskopie an funktionalen Materialien		
<p>Inhalte: Verschiedene funktionale Materialien werden diskutiert hinsichtlich ihrer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellungsmethode, • anwendungsrelevanten physikalischen und chemischen Eigenschaften, • geeigneten spektroskopischen Charakterisierungsmethode, • möglichen bzw. bereits realisierten Anwendungen. <p>Beispiele der diskutierten funktionalen Materialien sind: Kohlenstoff-Nanostrukturen (Fullerene, Kohlenstoff-Nanoröhren), Supraleiter, Hochtemperatursupraleiter, Materialien mit kolossalem Magnetowiderstand, Ferroelektrika, Multiferroika, dünne Filme und Oberflächen, anorganische und organische Schichtstrukturen.</p> <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen aktuelle Forschungsthemen aus dem Gebiet der funktionalen Materialien und kennen deren spektroskopische Charakterisierungsmethoden und mögliche Anwendungen. • Sie besitzen die Fertigkeit, sich selbständig in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und die erworbenen Kenntnisse überzeugend zu kommunizieren. • Die Studierenden sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung und strukturierten Darstellung eines vorgegebenen speziellen Themas. 		<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>		
Teilmodul		
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Spektroskopie an funktionalen Materialien</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur: Es werden Originalartikel aus der Fachliteratur zu dem jeweiligen Thema ausgegeben.</p> <p>Lehrform: Seminar</p>		2 SWS
<p>Prüfung: Seminar über Spektroskopie an funktionalen Materialien (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>		
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Es wird empfohlen das Modul Solid State Spectroscopy zuerst zu absolvieren.</p>	

Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Christine Kuntscher
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Wahlfach

<p>Modul MaPhy-31-04 Seminar über Spektroskopie und Strukturbestimmung mit Neutronen</p>	<p>4 ECTS-Punkte</p>
<p>Inhalte: Mögliche Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Neutron und seine Eigenschaften <ul style="list-style-type: none"> ◦ Generierung durch Neutronenquellen (z. B. Forschungsreaktoren bzw. Spallationsquellen) und Vergleich der Neutronen-, Röntgen- und Elektronenstreu-Methoden • Elastische Neutronenstreuung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Anwendung: Strukturbestimmung, Kleinwinkel- und magnetische Streuung ◦ Realisierung: Aufbau und Funktionsweise der wichtigsten Instrumententypen • Inelastische Neutronenstreuung an Einkristallen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Anwendung: Bestimmung von Phononen- und Magnonen-Dispersionsrelationen ◦ Realisierung: Dreiachsen-Spektrometer • Inelastische Neutronenstreuung an Polykristallen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Anwendung: Kristallfeldanalyse ◦ Realisierung: „Time of Flight“ (TOF) Experiment <p>Im Rahmen des Seminars ist ein zweitägiges Kurzpraktikum am Diffraktometer „RESI“ und dem Drei-Achsen-Spektrometer „PANDA“ am Forschungsreaktor FRM II in Garching vorgesehen.</p> <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden lernen grundlegende Eigenschaften von Neutronen und ihre Nutzung zur Aufklärung der Struktur der Materie kennen. In aufeinander aufbauenden Vorträgen bekommen die Studierenden einen Überblick über die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Neutronenstrahlung im Vergleich mit Röntgen- und Elektronen-Beugungsstudien bzw. spektroskopischen Methoden. • Sie besitzen die Fertigkeit, sich selbständig in ein aktuelles Themengebiet unter Verwendung moderner Methoden der Literaturrecherche einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema mit angemessener Medienunterstützung anschaulich und überzeugend darzustellen. • Sie sind kompetent, die in den Vorträgen vorgestellten experimentellen Methoden an Großgeräten der Hochfluss-Neutronenquelle FRM II anzuwenden. <p>Anmerkungen Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden. Weitere Literatur wird im Seminar angegeben.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 3</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden</p>	

Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden		
Teilmodul		
Lehrveranstaltung: Seminar über Spektroskopie und Strukturbestimmung mit Neutronen Inhalte: siehe Modulbeschreibung Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • C. C. Wilson, Single Crystal Neutron Diffraction From Molecular Materials (World Scientific Publishing) • G. E. Bacon, Neutron Diffraction (Clarendon Press) • L. Dobrzynsky and K. Blinowski, Neutrons and Solid State Physics (Ellis Horwood) • G. Shirane, et al., Neutron Scattering with a Triple-Axis Spectrometer (Cambridge University Press) Lehrform: Seminar		2 SWS
Prüfung: Seminar über Spektroskopie und Strukturbestimmung mit Neutronen (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Es wird dringend empfohlen, das Modul Experimentelle Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Wolfgang Scherer	
Häufigkeit: jedes Wintersemester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-31-05 Seminar über Thermodynamik und Transport im Festkörper	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: Mögliche Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimentelle Methoden zur spezifischen Wärme: adiabatische Relaxations und ac-Methode • Experimentelle Methoden zur Bestimmung magnetischer Suszeptibilität: Foner-Magnetometer, Faraday -Waage, Superconducting Quantum Interference Device-Methode, ac- und Torque-Methode • Interpretation der Messgröße „spezifische Wärme“ <ul style="list-style-type: none"> ◦ Elektronen, Phononen und Magnonen in der spezifischen Wärme ◦ Phasenübergänge (Supraleitung, Antiferro- und Ferromagnetismus) ◦ Schottky-Anomalie (Kristallfeld und magnetische Beiträge) • Interpretation der Messgröße „Magnetisierung“ und „Suszeptibilität“. <ul style="list-style-type: none"> ◦ Band und lokaler Dia- bzw. Paramagnetismus in Metallen ◦ Phasenübergänge (Supraleitung, Antiferro- und Ferromagnetismus) ◦ Quasi-Phasenübergänge (Spin-Glass und Meta-Magnetismus) <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden lernen experimentelle Methoden zur Bestimmung thermodynamischer Eigenschaften in Festkörpern kennen (z. B. spezifische Wärme- und Magnetisierungsstudien). Weiter werden theoretische Beschreibungen von Elektronen, Phononen, Magnonen sowie von Phasenübergängen (Supraleitung, Antiferromagnetismus, Ferromagnetismus, etc.) vertieft. • Sie besitzen die Fertigkeit, sich selbständig in ein aktuelles Themengebiet unter Verwendung moderner Methoden der Literaturrecherche einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. • Sie sind kompetent, das Thema mit angemessener Medienunterstützung anschaulich und überzeugend darzustellen. <p>Anmerkungen Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden, z. B. Hall-Effekt, thermische Transporteigenschaften, etc.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Thermodynamik und Transport im Festkörper</p> <p>Inhalte:</p>	2 SWS

siehe Modulbeschreibung	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Gängige Festkörperphysik-Lehrbücher wie C. Kittel, S. Hunklinger, Ashcroft/Mermin • A. Tari, The Specific Heat of Matter at Low Temperatures (Imperial College Press) • S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter (Oxford University Press) • Weitere Literatur wird im Seminar angegeben. 	
Lehrform: Seminar	
Prüfung: Seminar über Thermodynamik und Transport im Festkörper (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar	
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Es wird dringend empfohlen, das Modul Experimentelle Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Wolfgang Scherer
Häufigkeit: jedes Sommersemester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-31-06 Seminar über Physik dünner Schichten	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellungsmethoden (Thermisches Aufdampfen PVD, Sputtern, CVD, Laserablation, MBE, ALD) • Materialien (Metalle, Halbleiter, Isolatoren, Oxide, organische Materialien) • Schichtwachstum (Epitaxie, Keimbildung, Wachstum, Texturbildung) • Charakterisierung (Topographie, Elementzusammensetzung, Kristallstruktur, Textur, Mikro- und Nanostruktur mittels REM, TEM, STM, AFM, XRD, EDX, RBS, RHEED, LEED, Raman, IR) • Physikalische Eigenschaften (elektrisch, mechanisch, optisch) • Dotierung • Grenzflächen <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die wichtigsten Herstellungsverfahren, Charakterisierungsmethoden und physikalischen Eigenschaften dünner Schichten, • besitzen die Fertigkeit, sich selbständig in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und die erworbenen Kenntnisse überzeugend zu präsentieren, und • sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung und strukturierten Darstellung eines vorgegebenen, speziellen Themas. <p>Anmerkungen Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Physik dünner Schichten</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klug and Alexander: X-ray diffraction procedures for polycrystalline and amorphous materials (Wiley, 1974) • Spieß, Schwarzer, Behnken, Teichert: Moderne Röntgenbeugung (Vieweg + Teubner, 2005) • Kleber: Einführung in die Kristallographie (Oldenbourg) 	2 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings, edited by R. Bunshah (Noyes, 1994) 	
Lehrform: Seminar	
Prüfung: Seminar über Physik dünner Schichten (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar	
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Grundkenntnisse aus Physik I - IV, Festkörperphysik
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: apl. Prof. Dr. Helmut Karl
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-31-07 Seminar über Neue Materialien und Konzepte in der Informations- technologie	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktueller Stand und Perspektiven der Mikroelektronik • Datenspeicher (Konzepte, Techniken, physikalische Prinzipien) • Sensoren • Einzel-Atom-Dotierung • Halbleiterquantenpunkte (optische und elektronische Eigenschaften) • Photonische Kristalle • Optischer Computer • Spinelektronik • Qbits • Elektronische Bauelemente aus Diamant • Kohlenstoffnanoröhrchen • Metallische und oxidische Nanocluster (in Isolatoren, Mie-Modell, Eigenschaften) • Organische Elektronik + Leuchtdioden • Oxid-, GaN- Epitaxie auf Silizium <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden physikalischen Phänomene im Hinblick auf ihren möglichen Einsatz in (zukünftigen) elektronischen und optischen Bauelementen für die Informationsverarbeitung, • besitzen die Fertigkeit, sich selbständig in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und die erworbenen Kenntnisse überzeugend zu präsentieren und • sind kompetent, einen eigenen Standpunkt zu einem komplexen Sachverhalt zu entwickeln und diesen in der Diskussion zu vertreten. <p>Anmerkungen Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden und aktuelle Themen berücksichtigt werden.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Neue Materialien und Konzepte in der Informationstechnologie</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p>	2 SWS

Aktuelle Forschungsberichte und Reviews, die in der Vorbesprechung bekannt gegeben werden.	
Lehrform: Seminar	
Prüfung: Seminar über Neue Materialien und Konzepte in der Informationstechnologie (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar	
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Grundkenntnisse aus Physik I - IV, Festkörperphysik
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Johannes Kaspar
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-31-08 Seminar über Magnetische Resonanz	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnetische Momente von freien Ionen • Magnetische Suszeptibilität im Festkörper • Dynamik der Magnetisierung: Blochgleichungen • Grundlagen der gepulsten Kernspinresonanz • Grundlagen der Elektronenspinresonanz • Magnetische Resonanz in Industrie und Geologie • Kernspintomographie in der Medizin • Magnetische Resonanz im Festkörper • Anregung von Spinwellen • Magnetische Solitonen und Vortizes • Neutronenstreuung • Myonenspinrotation <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen von Kern- und Elektronenspinresonanz, • kennen die Anwendungsmöglichkeiten der magnetischen Resonanz sowohl in der Festkörperphysik, als auch in anderen Bereichen wie Chemie, Geologie, Medizin und Industrie, • besitzen die Fähigkeit, sich selbständig in ein wissenschaftliches Thema einzuarbeiten und • sind kompetent, das Thema anschaulich und umfassend zu präsentieren. <p>Anmerkungen Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Magnetische Resonanz</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg) 	2 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • G. E. Pake, T. L. Estle, The Physical Principles of Electron Paramagnetic Resonance (Benjamin) • 24. IFF Ferienkurs, Magnetismus von Festkörpern und Grenzflächen (ausgewählte Vorlesungsmanuskripte) • Originalarbeiten aus wissenschaftlichen Zeitschriften <p>Lehrform: Seminar</p>	
---	--

<p>Prüfung: Seminar über Magnetische Resonanz (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>	
---	--

<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Quantenmechanik</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Dr. Hans-Albrecht Krug von Nidda</p>
<p>Häufigkeit: jährlich</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-31-09 Seminar on Glass Physics	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Gläser • Polymere • Metallische Gläser • Relaxationsphänomene • Modelle zum Glasübergang • Alterungsphänomene in Gläsern • Nicht-strukturelle Gläser • Ionenleitung • Elektronen in Gläsern <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Phänomenologie des Glaszustandes und des Glasübergangs, die Materialeigenschaften von Gläsern, deren technische Anwendungen und die wichtigsten Modellbeschreibungen von glasbildender Materie. Sie verfügen über Kenntnisse zur Gestaltung von wissenschaftlichen Präsentationen. • Sie besitzen die Fertigkeit, sich unter Verwendung verschiedener Informationsquellen selbständig in ein physikalisches oder materialwissenschaftliches Themengebiet einzuarbeiten. Sie sind in der Lage, einen wissenschaftlichen Vortrag unter Verwendung moderner, computergestützter Präsentationstechniken in graphisch ansprechender Form zu erstellen und diesen in informativer und anschaulicher Weise, unter Einhaltung eines vorgegebenen Zeitrahmens, zu präsentieren. • Die Studierenden besitzen die Kompetenz, bei der Erstellung einer Präsentation zu einem wissenschaftlichen Thema zwischen wichtigen und unwichtigen Inhalten zu unterscheiden, die ausgewählten Inhalte in didaktisch geschickter Weise aufzubereiten und strukturiert darzustellen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und englischsprachiger Fachliteratur, Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten am Beispiel des physikalischen Glasbegriffs, Fähigkeit zur vergleichenden Wertung konkurrierender Modelle zur Erklärung experimenteller Ergebnisse, Erlernen von Präsentationstechniken, Einüben der Fachsprache Englisch. 	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar on Glass Physics</p>	2 SWS

<p>Inhalte: see module description</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • H. Scholze, Glas (Vieweg) • S. R. Elliott, Physics of Amorphous Materials (Longman) • R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids (Wiley) • J. Zarzycki (ed.), Material Science and Technology, Vol. 9: Glasses and Amorphous Materials (VCH) • J. Zarzycki, Glasses and the Vitreous State (Cambridge University Press) <p>Lehrform: Seminar</p>	
--	--

<p>Prüfung: Seminar on Glass Physics (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>	
--	--

<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Grundkenntnisse in Festkörperphysik</p>
<p>Sprache: Englisch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Dr. Peter Lunkenheimer</p>
<p>Häufigkeit: jährlich</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

<p>Modul MaPhy-31-10 Seminar über Elektronische Eigenschaften der Materie</p>	<p>4 ECTS-Punkte</p>
<p>Inhalte: In diesem Modul werden sowohl grundlegende als auch aktuelle Themen der Festkörperphysik behandelt, wobei die elektronischen Freiheitsgrade (Ladung, Spin) und mögliche Anwendungen im Zentrum stehen.</p> <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnis der elektronischen Eigenschaften der Materie und sind mit aktuellen Fragestellungen dieses Forschungsfeldes vertraut. • Sie besitzen die Fertigkeit, die erworbene Kenntnis auf neue Fragestellungen anzuwenden. Sie sind in der Lage, eine wissenschaftliche Präsentation zu gestalten und vorzutragen. • Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen, speziellen Themas. Sie können das Thema strukturiert darstellen und ihre eigenen Erkenntnisse dazu in der Diskussion mit den übrigen Seminarteilnehmern vertreten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen von Präsentationstechniken, Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte in auch für Laien verständlicher Form. <p>Anmerkungen Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Elektronische Korrelationen und Magnetismus</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantenmechanische Grundlagen • Isolierte magnetische Momente und Momente im Festkörper • Magnetische Wechselwirkungen • Phasenübergänge • Detektion magnetischer Strukturen und ihrer Anregungen • Hochkorrelierte Systeme und neue Quantenphasen • Magnetwiderstandseffekte und Anwendungen <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter, Oxford [u.a.], Oxford Univ. Press, 2003 	<p>2 SWS</p>

<ul style="list-style-type: none"> • N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Festkörperphysik, Deutsch: München, Oldenbourg, 2013; Englisch: Andover [u.a.], Cengage Learning, 2011 • C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, Deutsch: München, Oldenbourg, 2013; Englisch: Hoboken, NJ, Wiley, 2005 • H. Ibach, H. Lüth: Festkörperphysik, Berlin [u.a.], Springer, 2009 <p>Weitere Literatur wird den Studierenden im Seminar zur Verfügung gestellt.</p> <p>Lehrform: Seminar</p>	
<p>Prüfung: Seminar über Elektronische Eigenschaften der Materie (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Kenntnisse der Festkörperphysik</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Philipp Gegenwart</p>
<p>Häufigkeit: jährlich</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-31-11 Seminar über Fluidodynamik komplexer Flüssigkeiten	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: Aktuelle Forschungsergebnisse und klassische Veröffentlichungen werden von den Studierenden zusammengefasst und in Form eines Vortrags vorgestellt. Dazu soll eine kurze Zusammenfassung der erarbeiteten Literatur als schriftliche Hausarbeit erfolgen.</p> <p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erarbeiten sich Kenntnisse der Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse anhand der Präsentation aktueller Publikationen, • lernen sich selbständig in komplexe experimentelle Forschungsergebnisse einzuarbeiten und diese in Form eines Vortrags und einer schriftlichen Hausarbeit zusammen zu fassen, • sind kompetent, einen eigenen Standpunkt zu einem komplexen Sachverhalt zu entwickeln und diesen in der Diskussion zu vertreten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur, Erlernen von Präsentationstechniken, kritische Reflexion experimenteller Ergebnisse im internationalen wissenschaftlichen Kontext, Präsentation eigener Ergebnisse auf wissenschaftlichen Konferenzen, Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis <p>ECTS-Bedingungen Seminarvortrag mit Diskussion, etwa 45 min; schriftliche Ausarbeitung, etwa 10 Seiten</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Fluidodynamik komplexer Flüssigkeiten</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur: Die zu bearbeitende Literatur wird den Studierenden zur Verfügung gestellt.</p> <p>Lehrform: Seminar</p>	2 SWS
<p>Prüfung: Seminar über Fluidodynamik komplexer Flüssigkeiten (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>	
<p>Vorausgesetzte Module:</p>	<p>Weitere Voraussetzungen:</p>

keine	Solide Kenntnisse der Inhalte der Module Physik I - IV, insbesondere Strömungslehre und Elastizitätslehre
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: PD Dr. Thomas Franke
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-31-21 Seminar über Plasmen in Forschung und Industrie	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Niedertemperatur-Plasmaphysik • Plasmadiagnostik • Plasmaprozesstechnik • Industrielle Anwendungen von Plasmen <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse der Denkweisen und Methoden in einem Spezialgebiet der Plasmaphysik. • Sie haben die Fertigkeit, sich selbständig, nach Rücksprache mit dem jeweiligen Betreuer, in ein begrenztes Themengebiet einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen. • Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen Themas. Sie können ihre Ergebnisse strukturiert darstellen und in der Diskussion vertreten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen der wissenschaftlichen Präsentation anwendungsorientierter Thematiken, Entwicklung eines eigenen Standpunkts zu einem komplexen Sachverhalt, Fähigkeit zur wissenschaftlichen Diskussion <p>Anmerkungen Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Plasmen in Forschung und Industrie</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript (EPP Homepage) • M. Kaufmann, Plasmaphysik und Fusionsforschung (Teubner, 2003) • R. J. Goldstone, P. H. Rutherford, Introduction to Plasma Physics (IOP Publishing, 1995) • F. F. Chen, Introduction to Plasma Physics (Plenum Press, New York, 1984) • U. Schumacher, Fusionsforschung (Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt, 1993) • G. Janzen, Plasmatechnik (Hüthing, 1992) 	2 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • F. F. Chen, Principles of Plasma Processing (Plenum Publishing, 2004) • R. Hippler, Low temperature Plasma Physics (Wiley-VCH, 2001) • J. Roth, Industrial Plasma Engeneering (IOP Publishing, 1995) • A. Grill, Cold Plasma in Materials Fabrication (IEEE Press, 1993) <p>Lehrform: Seminar</p>	
<p>Prüfung: Seminar über Plasmen in Forschung und Industrie (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Inhalte der Module Plasmaphysik und Plasmadiagnostik wünschenswert</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz</p>
<p>Häufigkeit: jedes Semester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-31-22 Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau, Zirkulation und Kopplungsmechanismen der Atmosphäre • Klimamodellierung • Prinzip der Fernerkundung (Landoberfläche, Atmosphäre) • Wolken, Aerosole • Ozon • Einfluss des Menschen auf das Klima • Experimentelle Methoden zur Erfassung atmosphärischer Parameter <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Denkweisen und grundlegenden Methoden in einem modernen Spezialgebiet, der Atmosphärenphysik, einschließlich einiger wichtiger technologischer Anwendungsmöglichkeiten. • Sie besitzen die Fertigkeit, sich unter Verwendung moderner Methoden der Literaturrecherche selbständig in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema mit angemessener Medienunterstützung anschaulich und überzeugend darzustellen. • Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen, speziellen Themas. Sie können das Thema strukturiert darstellen und ihre eigenen Bewertungen dazu in der Diskussion mit den übrigen Seminarteilnehmern vertreten. <p>Anmerkungen Das Seminar wird im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen durchgeführt.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • W. Rödel, Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre (Springer) • G. Visconti, Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer) • G. P. Brasseur et al., Atmospheric chemistry and global change (Oxford) 	2 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • K. E. Trenberth (Ed.), Climate System Modeling (Cambridge) • W. G. Rees, Physical principles of remote sensing: 1. Remote sensing (Cambridge) • J. P. Peixoto und A. H. Oort, Physics of climate (American Institute of Physics) • C. Elachi, Introduction to the physics and techniques of remote sensing (Wiley) <p>Lehrform: Seminar</p>	
<p>Prüfung: Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: gute Kenntnisse der Thermodynamik, Molekül- und Atomphysik und Optik</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Dr. Michael Bittner</p>
<p>Häufigkeit: jedes Semester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

<p>Modul MaPhy-31-23 Seminar über Ressourcenstrategie</p>	<p>4 ECTS-Punkte</p>
<p>Inhalte: Folgende Themen bzw. Themenfelder werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse und kritische Bewertung von technologischen Wertschöpfungsketten • Behandlung von ressourcen-, umwelt-, gesellschafts- und wirtschaftsrelevanten Auswirkungen, die sich aus der Entwicklung und Anwendung aktueller wie zukünftiger Technologien ergeben • Erarbeitung von Konzepten für einen zukunftsfähigen Umgang mit Technologien und deren Ressourcen <p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erarbeiten die Zusammenhänge zwischen der Verfügbarkeit und Bedeutung von biologischen, mineralischen und energetischen Ressourcen und Technologien, • sind in der Lage, Ressourcenpotentiale und -herausforderungen für Funktionsmaterialien perspektivisch zu bewerten, • verfügen über die Kompetenz, die Ressourcenkritikalität von Funktionsmaterialien und Technologien anhand ausgewählter Kriterien zu analysieren und zu bewerten. <p>ECTS-Bedingungen Hausarbeit (Bearbeitungszeit 2 Wochen) und Referat (40 min)</p> <p>Anmerkungen Dieses Modul wurde bis zum Sommersemester 2013 unter dem Titel Seminar über Ressourcengeographie angeboten.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Energiesysteme der Zukunft</p> <p>Inhalte: Es werden physikalische und materialwissenschaftliche Grundlagen verschiedener Energiesysteme erarbeitet. Ergänzend werden weiterführende ressourcen-, umwelt- und wirtschaftsrelevante Fragestellungen, die sich aus der Planung, technischen Umsetzung und Anwendung aktueller und zukünftiger Energiesysteme ergeben, behandelt. Aus den folgenden Themen bzw. Themenkreise können die Studierenden auswählen.</p> <p>Energiebereitstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solarthermie • Photovoltaik 	<p>2 SWS</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Thermoelektrizität • Geothermie • Meeresenergie • Windenergie • Wasserkraft • Biomasse • Brennstoffzellen • Magnetisches Kühlen <p>Energiespeicherung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Batterien • Superkondensatoren • Pumpspeicherkraftwerke <p>Energietransport:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supraleitende Netze • Intelligente Stromnetze (Smart Grids) <p>In einer Exkursion sollen die entsprechenden Energiesysteme im Gebrauch kennengelernt werden.</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Goetzberger, A., Voß, B., Knobloch, J.: Sonnenenergie: Photovoltaik. Physik und Technologie der Solarzelle. Teubner-Verlag. Stuttgart, 1997. • Henseling, K. O.: Am Ende des fossilen Zeitalters. Ökom-Verlag. München, 2008. • Kaltschmitt, M.: Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Springer-Verlag. Berlin, 2006. • Schindler, J.; Held, M.: Postfossile Mobilität. Wegweiser für die Zeit nach dem Peak Oil. Verlag für Akademische Schriften. Bad Homburg, 2009. • Wagner, H.-J.: Was sind die Energien des 21. Jahrhunderts? Der Wettlauf um die Lagerstätten. Fischer-Verlag. Frankfurt a. M., 2007. • Watter, H.: Nachhaltige Energiesysteme. Grundlagen, Systemtechnik und Anwendungsbeispiele aus der Praxis. Vieweg und Teubner-Verlag. Wiesbaden, 2009. <p>Lehrform: Seminar</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Ressourcenstrategien für Zukunftstechnologien</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reller, A.; Marschall, L.; Meißner, S.; Schmidt, C. (2013): Ressourcenstrategien: Eine interdisziplinäre Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt. • Haas, D.-H.; Schlesinger, D. M. (2007): Umweltökonomie und Ressourcenmanagement. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt. 	2 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • Schmidt-Bleek, F. (2007): Nutzen wir die Erde richtig? Fischer Verlag, Frankfurt a.M. • Jäger, J. (2007): Was verträgt unsere Erde noch? Fischer Verlag, Frankfurt a.M. • Hendrickson, C. T. ; Lave, L. B.; Matthews, H. S. (2006): Environmental Life Cycle Assessment of Goods and Services. RFF Press, Washington, D.C. <p>Lehrform: Seminar</p>	
--	--

<p>Prüfung: Seminar über Ressourcenstrategie (2 Wochen) Prüfungstyp: Hausarbeit</p>	
--	--

<p>Prüfung: Seminar über Ressourcenstrategie (40 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>	
--	--

<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Inhalte der Module Chemie I und II</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Armin Reller</p>
<p>Häufigkeit: jedes Sommersemester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-31-41 Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: In diesem Seminar werden modernere Entwicklungen der Quantentheorie diskutiert, die über den Stoff einer Vorlesung im Bachelorstudiengang hinausgehen. Die Vortragsthemen stammen zum Beispiel aus den Bereichen Nichtlokalität, Verschränkung mit Anwendungen in der Quanteninformation, Dekohärenz und Quantendissipation sowie quantenmechanischer Messprozess.</p> <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen moderne Entwicklungen in der Quantentheorie und haben sich mit aktuellen Forschungsthemen auseinandergesetzt. • Sie besitzen die Fertigkeit, sich anhand von Originalliteratur und durch eigene bibliographische Recherchen selbständig in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. • Sie sind in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse für eine interessante und verständliche Präsentation aufzubereiten, und können adäquat zwischen verschiedenen Präsentationstechniken auswählen. • Sie können Forschungsergebnisse in der Diskussion vertreten, aber auch kritisch bewerten. Als Zuhörer nehmen sie aktiv an der Diskussion teil. <p>Anmerkungen Die genaue Auswahl der Vortragsthemen richtet sich nach den Wünschen der Studierenden, wobei auch zum Thema passende, aktuelle Entwicklungen berücksichtigt werden.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur: Die Vortragsthemen werden überwiegend anhand von Originalliteratur erarbeitet, die je nach Themenwahl bekannt gegeben wird.</p> <p>Lehrform: Seminar</p>	2 SWS
<p>Prüfung: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>	

Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: gute Kenntnisse der Quantentheorie
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-31-42 Seminar über Ladungs- und Spindynamik in Nanostrukturen	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spinelektronik, Spin-Bahn-Kopplung, Spin-Relaxation und -Injektion, Spin-Diode und -Transistor • Kohärenter Ladungstransport, Landauer-Formel, Coulomb-Blockade • Quanten-Interferenzen in schwach gestörter Metallen, schwache Lokalisierung, Aharonov-Bohm-Effekt, Dauerströme <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Denkweisen und theoretischen Methoden in einem modernen Spezialgebiet, der Ladungs- und Spindynamik in nanostrukturierten Systemen, einschließlich einiger wichtiger technologischer Anwendungsmöglichkeiten. • Sie besitzen die Fertigkeit, sich selbständig - unter Verwendung moderner Methoden der Literaturrecherche - in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema mit angemessener Medienunterstützung anschaulich und überzeugend darzustellen. • Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen, speziellen Themas. Sie können das Thema strukturiert darstellen und ihre eigenen Bewertungen dazu in der Diskussion mit den übrigen Seminarteilnehmern vertreten. <p>Anmerkungen Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Ladungs- und Spindynamik in Nanostrukturen</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • S. A. Wolf et al., Science • R. Winkler, M. Oestreich, Physik Journal • I. Zutic, J. Fabian, S. Das Sarma, Rev. Mod. Phys. • S. Datta, Transport in Mesoscopic Systems (Cambridge) • Y. Imry, Introduction to Mesoscopic Physics (Oxford) 	2 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • Yu. M. Galperin, Quantum Transport – Lecture Notes, http://folk.uio.no/yurig • S. Chakravarty, A. Schmid, Phys. Rep. • A. J. Leggett et al., Rev. Mod. Phys. • T. Dittrich et al., Quantum Transport and Dissipation (Wiley) • U. Weiss, Quantum Dissipative Systems (World Scientific) <p>Lehrform: Seminar</p>	
<p>Prüfung: Seminar über Ladungs- und Spindynamik in Nanostrukturen (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: gute Kenntnisse der Quantenmechanik, der Statistischen Physik und der Festkörpertheorie</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Ulrich Eckern</p>
<p>Häufigkeit: jährlich</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-31-43 Seminar über Zweidimensionales Elektronengas: Theorie und Anwendungen	4 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quanten-Hall-Effekt • Quantenpunkte • Resonantes Tunneln • Zyklotron-Resonanz • Graphen und Graphan <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Denkweisen und theoretischen Methoden in einem modernen Spezialgebiet der Halbleiter- und Nanophysik, einschließlich einiger wichtiger technologischer Anwendungsmöglichkeiten. • Sie besitzen die Fertigkeit, sich unter Verwendung moderner Methoden der Literaturrecherche selbständig in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema mit angemessener Medienunterstützung anschaulich und überzeugend darzustellen. • Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen, speziellen Themas. Sie können das Thema strukturiert darstellen und ihre eigenen Bewertungen dazu in der Diskussion mit den übrigen Seminarteilnehmern vertreten. <p>Anmerkungen Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Seminar über Zweidimensionales Elektronengas: Theorie und Anwendungen</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • G. Bauer, F. Kuchar, H. Heinrich, Two-dimensional systems: physics and devices (Springer) • L. L. Chang, L. Esaki, Semiconductor quantum heterostructures, Physics Today, 36 (1992) • F. Capasso, S. Datta, Quantum electron devices, Physics Today, 74 (1990) 	2 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • T. Ando, A.B. Fowler, F. Stern, Electronic properties of two-dimensional systems, Rev. Mod. Phys. • D. Heitmann, J. Kotthaus, The spectroscopy of quantum dot barrays, Physics Today, 56 (1993) • S. Datta, Transport in Mesoscopic Systems (Cambridge) • Y. Imry, Introduction to Mesoscopic Physics (Oxford) • R. Prange, S. Girvin, The quantum Hall effect (Springer-Verlag) • A. H. Castro Neto et al., The electronic properties of grapheme, Rev. Mod. Phys. • A. K. Geim, K.S. Novoselov, The rise of graphene, Nature Materials • M. I. Katsnelson, K.S. Novoselov, A.K. Geim, Chiral Tunneling and the Klein paradox in graphene, Nature Physics <p>Lehrform: Seminar</p>	
---	--

<p>Prüfung: Seminar über Zweidimensionales Elektronengas: Theorie und Anwendungen (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar</p>	
---	--

<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: gute Kenntnisse der Quantenmechanik, der Statistischen Physik und der Festkörpertheorie</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Klaus Ziegler PD Dr. Sergey Mikhailov</p>
<p>Häufigkeit: jährlich</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-31-44		4 ECTS-Punkte
Seminar über Theorie wechselwirkender Elektronen		
Inhalte: Vorträge aus folgenden Themenkreisen werden angeboten: <ul style="list-style-type: none"> • Quanten-Hall-Effekt • Unkonventionelle Supraleiter • Magnetismus Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Konzepte der Quantenmechanik wechselwirkender Elektronen anzuwenden. • Sie haben die Fähigkeit, die wesentlichen Aspekte eines physikalischen Problems zu identifizieren und ihren Mitstudierenden zu erklären. • Die Studierenden können selbständig ein für sie neues Thema erarbeiten und in einem Vortrag darstellen. Anmerkungen Die Vortragsthemen werden in Absprache mit den Studierenden vergeben.		Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 3
Arbeitsaufwand Seminar(Präsenz): 30 Stunden Vorbereitung von Präsentationen: 90 Stunden		
Teilmodul		
Lehrveranstaltung: Seminar über Theorie wechselwirkender Elektronen Inhalte: siehe Modulbeschreibung Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • D.C. Mattis, The Theory of Magnetism I (Springer) • A. Auerbach, Interacting Electrons and Quantum Magnetism (Springer) • A.M. Zagoskin, Quantum Theory of Many-Body Systems (Springer) • Z.F. Ezawa, Quantum Hall Effects (World Scientific) • P. Fazekas, Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism (World Scientific) Lehrform: Seminar		2 SWS
Prüfung: Seminar über Theorie wechselwirkender Elektronen (60 Minuten, unbenotet) Prüfungstyp: Seminar		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen:	

	Kenntnisse in Theoretischer Festkörperphysik sind empfehlenswert.
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Arno Kampf
Häufigkeit: alle 4 Semester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-32-01 Fachpraktikum		15 ECTS-Punkte
Inhalte: entsprechend der gewählten Methodik Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen ausgewählte Methoden, die in einer der Arbeitsgruppen des Instituts für Physik Anwendung finden, • besitzen die Fertigkeit, diese Methoden in laufende wissenschaftliche Untersuchungen einzubringen, sowie die Fähigkeit, eine wissenschaftliche Methode und ihre beispielhafte Anwendung angemessen schriftlich darzustellen, • und sind grundsätzlich kompetent, sich in moderne experimentelle oder theoretische Methoden einzuarbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Teamfähigkeit, Methodenkompetenz, Fähigkeit, ein Thema schriftlich darzustellen ECTS-Bedingungen Schriftlicher Abschlussbericht, ca. 20 Seiten, Bearbeitungszeit 4 Wochen Anmerkungen Es wird empfohlen, dieses Modul vor dem Modul Projektarbeit oder parallel dazu zu absolvieren. Die thematische Wahl des Moduls Fachpraktikum sollte im Hinblick auf das angestrebte Thema der Masterarbeit erfolgen.		Arbeitsaufwand: 450 Stunden empfohlenes Fachsemester: 3
Arbeitsaufwand Praktikum(Präsenz): 300 Stunden Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Seminar/Hausarbeit): 150 Stunden		
Teilmodul		
Lehrveranstaltung: Fachpraktikum Literatur: wird vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben Lehrform: Praktikum		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: werden vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Thilo Kopp	
Häufigkeit: jedes Semester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit:	Modulgruppe:	

siehe PO des Studiengangs

Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren

Modulkategorie:

Pflicht

Modul MaPhy-33-01		15 ECTS-Punkte
Projektarbeit		
<p>Inhalte: entsprechend dem gewählten Thema</p> <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind mit einem aktuellen Forschungsthema und der zugehörigen Literatur vertraut, • sind in der Lage, ein Forschungsthema kritisch zu reflektieren und mit angemessener Medienunterstützung überzeugend darzustellen, • besitzen die Kompetenz, ein kleineres Forschungsprojekt unter Anleitung mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Teamfähigkeit, eigenständiges Arbeiten, Präsentationstechniken, Fähigkeit, ein Thema in der Diskussion zu vertreten <p>ECTS-Bedingungen mündliche Präsentation mit Diskussion, etwa 90 min</p> <p>Anmerkungen In diesem Modul bearbeitet der Student/die Studentin in der Regel einen kleineren, genau definierten Teilaspekt der laufenden wissenschaftlichen Forschungen einer Arbeitsgruppe. Es wird empfohlen, dieses Modul nach dem Modul Fachpraktikum oder parallel dazu zu absolvieren. Die thematische Wahl des Moduls Projektarbeit sollte im Hinblick auf das angestrebte Thema der Masterarbeit erfolgen.</p>		<p>Arbeitsaufwand: 450 Stunden</p> <p>empfohlenes Fachsemester: 3</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 300 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden</p>		
Teilmodul		
<p>Lehrveranstaltung: Projektarbeit</p> <p>Literatur: wird vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben</p> <p>Lehrform: Praktikum</p>		
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: werden vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben</p>	
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Thilo Kopp</p>	

Häufigkeit: jedes Semester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren Modulkategorie: Pflicht

Modul MaPhy-41-01 Chemie III (Festkörperchemie)	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und grundlegende Konzepte • Symmetrie im Festkörper • Wichtige Strukturtypen • Einflussfaktoren auf Kristallstrukturen • Polyanionische und -kationische Verbindungen • Anorganische Netzwerke • Defekte in Kristallstrukturen • Seltene Erden • Ausgewählte Synthesemethoden <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Konzepte (wie Ligandenfeld- und Bändertheorie), die zur Beschreibung charakteristischer Bindungsverhältnisse in Festkörpern notwendig sind; sie sind vertraut mit den Ordnungsprinzipien in Festkörpern (Kristallographie und Gruppentheorie) und verfügen über Grundkenntnisse in Stoffchemie und Festkörpersynthesen, • haben Fertigkeiten zur Interpretation von Bandstrukturen auf der Basis einfacher Kristallorbitalanalysen; sie können Symmetriepinzipien anwenden, um strukturelle (z. B. klassengleiche, translationengleiche) Phasenübergänge und die damit verbundenen Änderungen der physikalischen Eigenschaften zu analysieren, • besitzen die Kompetenz Festkörperverbindungen anhand ihrer Strukturen, Bindungsverhältnisse, Eigenschaften und Syntheseverfahren zu klassifizieren und interpretieren. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Fähigkeit sich in ein naturwissenschaftliches Spezialgebiet einzuarbeiten und das erworbene Wissen aktiv zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen anzuwenden 	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden</p> <p>empfohlenes Fachsemester: 3</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Chemie III (Festkörperchemie)</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A. R. West, Solid State Chemistry, John Wiley, Chichester 	3 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • L. Smart and E. Moore, Solid State Chemistry, Chapman & Hall • U. Müller, Anorganische Strukturchemie, Teubner • W. Kleber, H. Bautsch, J. Bohm und D. Klimm, Einführung in die Kristallographie, Oldenbourg • R. Dronskowski, Computational Chemistry of Solid State Materials, Wiley VCH • M. Binnewies, M. Jäckel und H. Willner, Allgemeine und Anorganische Chemie, Spektrum • S. F. A. Kettle, Symmetry and Structure, Wiley <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Übung zu Chemie III</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS
<p>Prüfung: Chemie III (Festkörperchemie) (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Inhalte der Module Chemie I und Chemie II des Bachelorstudiengangs</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Henning Höppe</p>
<p>Häufigkeit: jedes Sommersemester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Nebenfächer</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-41-04 / MaPhy-42-06 Materials Chemistry	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Revision of basic chemical concepts • Solid state chemical aspects of selected materials, such as <ul style="list-style-type: none"> ◦ Thermoelectrics ◦ Battery electrode materials, ionic conductors ◦ Hydrogen storage materials ◦ Data storage materials ◦ Phosphors and pigments ◦ Ferroelectrics and Piezoelectrics ◦ Heterogeneous catalysis ◦ nanoscale materials Lernziele/Kompetenzen: The students will <ul style="list-style-type: none"> • be able to apply basic chemical concepts on materials science problems, • broaden their ability to derive structure-property relations of materials combining their extended knowledge about symmetry-related properties, chemical bonding in solids and chemical properties of selected compound classes, • be able to assess synthetic approaches towards relevant materials, • acquire skills to perform literature research using online data bases. 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Materials Chemistry Inhalte: see module description Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • A. R. West, Solid State Chemistry, John Wiley, Chichester. • U. Müller, Inorganic Structural Chemistry, Wiley-VCH. • R. Dronskowski, Computational Chemistry of Solid State Materials, Wiley VCH. • Textbooks on Basics of Inorganic Chemistry such as J. E. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, Anorganische Chemie, de Gruyter, or equivalents. • Moreover, selected reviews and journal articles will be cited on the slides. Lehrform:	3 SWS

Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Materials Chemistry (Tutorial) Lehrform: Übung		1 SWS
Prüfung: Materials Chemistry (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: The lecture course is based on the Bachelor in Materials Science courses Chemie I and Chemie III (solid state chemistry).	
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Henning Höpfe	
Häufigkeit: jedes Wintersemester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Nebenfächer Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-41-05 / MaPhy-42-07 Materialsynthese	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Beispiele für Materialsynthesen • Fest-fest-Reaktionen (keramische Methoden) • Zersetzungs- und Dehydratisierungsreaktionen • Interkalationsreaktionen • Chemischer Transport • Chemische Gasphasenabscheidung (CVD) • Aerosol-Prozesse • Materialien aus Lösungen und Schmelzen • Solvothermalsynthesen • Sol-Gel-Prozesse • Ausblick: Biologisch-inspirierte Materialsynthesen • Ausblick: Kombinatorische Materialsynthesen • Ausblick: Ultraschall in der Materialsynthese <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden Synthesemethoden zur Darstellung funktioneller Materialien und verfügen über ein grundlegendes Verständnis der dabei ablaufenden mikroskopischen Reaktionsmechanismen, • haben Fertigkeiten Materialklassen im Hinblick auf mögliche Syntheserouten einzuordnen, • besitzen die Kompetenz, geeignete und etablierte Materialsynthesestrategien so anzupassen, dass sie zur Darstellung neuer Materialien verwendet werden können. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Fähigkeit sich in ein naturwissenschaftliches Spezialgebiet einzuarbeiten und das erworbene Wissen aktiv zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen anzuwenden <p>ECTS-Bedingungen Zusätzlich zur Klausur ist ein Kurzvortrag verpflichtend.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Materialsynthese</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p>	3 SWS

Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • U. Schubert, N. Hüsing, Synthesis of Inorganic Materials (Wiley-VCH) • D. W. Bruce, D. O'Hare, Inorganic Materials (John Wiley & Sons) • J.-P. Jolivet, Metal Oxide Chemistry and Synthesis – From Solution to Solid State (John Wiley & Sons) • W. Jones, C.N.R. Rao, Supramolecular Organization and Materials Design (Cambridge University Press) • L.V. Interrante, M.J. Hampden Smith, Chemistry of Advanced Materials – An Overview (Wiley) • G.A. Ozin, A.C. Arsenault, Nanochemistry – A Chemical Approach to Nanomaterials, (RSC Publishing) • A. R. West, Basic Solid State Chemistry (John Wiley & Sons) 		
Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Übung zu Materialsynthese Lehrform: Übung		1 SWS
Prüfung: Materialsynthese (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: keine	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Wolfgang Scherer	
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Nebenfächer Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-41-06 Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte: Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt, vorzugsweise als Blockpraktikum. Im Mittelpunkt steht dabei die chemische Synthese (organische Moleküle, metallorganische Komplexe, Makromoleküle, Festkörper- und Hybridsysteme). In Absprache mit den Studenten können jedoch auch Fragestellungen aus dem Bereich der chemischen Analytik (z. B. Infrarot- und NMR-Spektroskopie, Thermogravimetrie), der Strukturaufklärung mit Beugungstechniken (Röntgen-, Neutronen-, Elektronenbeugung) oder auch Theorieprojekte mit Hilfe quantenchemischer Methoden bearbeitet werden.</p> <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben je nach gewähltem Schwerpunktthema vertiefte Kenntnisse in den Bereichen Materialsynthese, Strukturaufklärung, chemische Analytik sowie bei der Durchführung quantenmechanischer Rechnungen, • besitzen die Fertigkeit, unter Anleitung selbständig chemische Fragestellungen zu bearbeiten, • und besitzen die Kompetenz, erzielte Ergebnisse in Form einer wissenschaftlichen schriftlichen Ausarbeitung zu interpretieren und darzustellen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständige Projektplanung, Durchhaltevermögen <p>ECTS-Bedingungen Abschlussbericht (Bearbeitungsdauer 2 Wochen)</p> <p>Anmerkungen Blockpraktikum (4 Wochen)</p>	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Praktikum(Präsenz): 60 Stunden Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Seminar/Hausarbeit): 120 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p> <p>Lehrveranstaltung: Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur: Nach Rücksprache mit dem jeweiligen Betreuer, entsprechend der gewählten Schwerpunktthematik.</p> <p>Lehrform: Praktikum</p>	4 SWS
Vorausgesetzte Module:	Weitere Voraussetzungen:

keine	Es wird dringend empfohlen, zwei der Module Chemie III, Chemical Physics I und II, Materials Chemistry, Materials Synthesis, Advanced Solid State Materials oder Porous Materials zuerst zu absolvieren.
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Wolfgang Scherer
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Nebenfächer Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-41-07 Advanced Solid State Materials	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Repitition of concepts • Novel silicate-analogous materials • Luminescent materials • Pigments • Heterogeneous catalysis <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The students are aware of correlations between composition, structures and properties of functional materials, • acquire skills to predict the properties of chemical compounds, based on their composition and structures, • gain competence to evaluate the potential of functional materials for future technological developments, and • will know how to measure the properties of these materials. • Integrated acquirement of soft skills <p>Anmerkungen Aufgrund inhaltlicher Überschneidungen ist dieses Modul nicht für diejenigen Studierenden wählbar, die das Modul „Materials Chemistry“ im Wintersemester 2009/10 bestanden haben.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Advanced Solid State Materials</p> <p>Inhalte: see module description</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A. West, Solid State Chemistry and Its Applications • L. Smart, E. Moore, Solid State Chemistry • Scripts Solid State Chemistry and Chemistry I and II <p>Lehrform: Vorlesung</p>	4 SWS
<p>Prüfung: Advanced Solid State Materials (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur</p>	

Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Contents of the modules Chemie I, and Chemie II or Festkörperchemie (Bachelor Physik, Bachelor Materialwissenschaften)
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Henning Höppe
Häufigkeit: jedes Sommersemester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Nebenfächer Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-41-08 / MaPhy-42-08 Porous Functional Materials	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Overview and historical developments • Structural families of porous frameworks • Structure Determination and Computer Modelling • Synthesis strategies • Adsorption and diffusion • Thermal analysis methods • Catalytic properties • Advanced applications and current trends <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The students shall acquire knowledge about design principles and synthesis of porous functional materials, • broaden their capabilities to characterize porous solid state materials with special emphasis laid upon sorption and thermal analysis, • become introduced into typical technical applications of porous solids. • Integrated acquirement of soft skills <p>ECTS-Bedingungen one written examination, 90 min</p> <p>Anmerkungen Subsequent to the lecture course, the students can take part in a hands-on method course "Porous Materials Synthesis and Characterization" to practice their knowledge.</p>	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Porous Functional Materials</p> <p>Inhalte: see module description</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paul A. Wright, Microporous Framework Solids (RSC Materials Monographs, 2008) • selected reviews and journal articles cited on the slides <p>Lehrform: Vorlesung</p>	4 SWS

Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: participation in the course Materials Chemistry
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Dirk Volkmer
Häufigkeit: jedes Wintersemester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Nebenfächer Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-41-09 Chemie I (Allgemeine und Anorganische Chemie)	8 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie • Atombau und Periodensystem (Elemente, Isotope, Orbitale, Elektronenkonfiguration) • Thermodynamik, Kinetik • Massenwirkungsgesetz, Säure-Base-Gleichgewicht, Titrationskurven, Puffersysteme • Chemische Bindung (kovalente, ionische und Metallbindung; Dipolmoment; Lewis-Schreibweise; Kristallgitter; VSEPR-, MO-Theorie; Bändermodell) • Oxidationszahlen, Redoxreaktionen, Elektromototische Kraft, Galvanisches Element, Elektrolyse, Batterien, Korrosion • Großtechnische Verfahren der Chemischen Grundstoffindustrie • Stoffchemie der Hauptgruppenelemente und ihre Anwendung in der Materialchemie (Vorkommen, Darstellung der reinen Elemente, wichtige Verbindungen, Analogiebeziehungen, wichtige technische Anwendungen) Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind mit den grundlegenden Methoden und Konzepten der Chemie vertraut und haben angemessene Kenntnisse über den Aufbau der Materie, die Beschreibung chemischer Bindungen und die Grundprinzipien der chemischen Reaktivität, • sind fähig, grundlegende chemische Fragestellungen unter Anwendung der erworbenen Kenntnisse zu formulieren und zu bearbeiten, • und besitzen die Qualifikation zur zielgerichteten Problemanalyse und Problembearbeitung in den genannten Teilgebieten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Chemie I (Allgemeine und Anorganische Chemie) Inhalte: siehe Modulbeschreibung Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • E. Riedel, C. Janiak, <i>Anorganische Chemie</i>, 8. Auflage, De Gruyter Verlag, Berlin 2011. ISBN-10: 3110225662. 	4 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • M. Binnewies, M. Jäckel, H. Willner, <i>Allgemeine und Anorganische Chemie</i>, 2. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2010. ISBN-10: 3827425366. • T.L. Brown, H. E. LeMay, B.E. Bursten, <i>Chemie: Studieren kompakt</i>, 10. Auflage, Pearson Studium (Sept. 2011). ISBN-10: 3868941223. • C.E. Mortimer, U. Müller, <i>Chemie – Das Basiswissen der Chemie. Mit Übungsaufgaben.</i>, 10. Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2010. ISBN-10: 3134843102. • Kewmnitz, Simon, Fishedick, Hartmann, Henning, <i>Duden Basiswissen Schule: Chemie Abitur</i>, Bibliographisches Institut, Mannheim, 3. Auflage (2011). ISBN-10: 3411045930. 		
Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Übung zu Chemie I Lehrform: Übung		2 SWS
Prüfung: Chemie I (Allgemeine und Anorganische Chemie) (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: keine	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Dirk Volkmer	
Häufigkeit: jedes Wintersemester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Nebenfächer Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-41-10 Chemie II (Organische Chemie)	8 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der organischen Chemie • Organische Stoffklassen und grundlegende Reaktionen • Grundlagen der Makromolekularen Chemie Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Methoden und Konzepte der organischen Chemie und sind mit den Grundlagen der organischen Synthese, Reaktionsmechanismen, Biochemie, Metallorganischen Chemie und Polymerchemie vertraut, • haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung organisch-chemischer Fragestellungen unter Anwendung der erlernten Methoden erworben, • und besitzen die Kompetenz zur fundierten Problemanalyse und zur eigenständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Bereichen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 240 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 30 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 30 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Chemie II (Organische Chemie) Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der organischen Chemie: Historisches, Wiederholung Bindungskonzepte, Hybridisierung etc. • Organische Stoffklassen und grundlegende Reaktionen: Alkane + Radikalreaktionen, Alkene, Alkine + elektrophile Addition, Aromaten + elektrophile Substitution; Halogenverbindungen + SN1/2-, E1/2-Reaktionen; Sauerstoffverbindungen: Alkohole + Carbonylverbindungen (Aldehyde, Ketone + Säuren und ihre Derivate) + typische Reaktionen; Stickstoffverbindungen (Amine etc. und Alkaloide) • Grundlagen der Makromolekularen Chemie: Technische Polymere, Polymersynthesen und -eigenschaften; Biopolymere, Proteine, Lipide, Stärke, Nukleinsäuren und DNA/RNA Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Hans Peter Latscha, Uli Kazmaier, Helmut Alfons Klein, Chemie Basiswissen / Band 2 (Organische Chemie), Springer-Lehrbuch, 2008, http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-77107-4 	4 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • Alfons Hädener, Heinz Kaufmann, Grundlagen der organischen Chemie, Birkhäuser Verlag, 2006, http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7643-7420-4 • Charles E. Mortimer, Chemie, Thieme, Stuttgart, Auflage: 9., überarb. Aufl. (2007) • Peter Sykes, Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie – Eine Einführung, VCH, 1982 ISBN: 3-527-21090-3 		
Lehrform: Vorlesung		
Lehrveranstaltung: Übung zu Chemie II Lehrform: Übung		2 SWS
Prüfung: Chemie II (Organische Chemie) (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: keine	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Klaus Ruhland	
Häufigkeit: jedes Sommersemester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Nebenfächer Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-42-01 Materialwissenschaften III	6 ECTS-Punkte
Inhalte: Strukturmaterialien <ul style="list-style-type: none"> • Keramiken • Polymerwerkstoffe • Verbundwerkstoffe Funktionsmaterialien <ul style="list-style-type: none"> • Elektronische Eigenschaften von Festkörpern • Elektrische Materialeigenschaften • Halbleiter • Magnetische Materialeigenschaften Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die wichtigsten Werkstoffklassen und deren Eigenschaften, • haben Fertigkeiten zur Einordnung von Werkstoffen sowie zur Werkstoffauswahl erworben • und besitzen die Kompetenz, materialwissenschaftliche Problemstellungen weitgehend selbständig zu analysieren. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Materialwissenschaften III Inhalte: Strukturmaterialien <ul style="list-style-type: none"> • Keramiken <ul style="list-style-type: none"> ◦ Klassifizierung ◦ Strukturen keramischer Materialien ◦ Defekte in Keramiken ◦ Phasendiagramme keramischer Materialien ◦ Mechanische Eigenschaften von Keramiken ◦ Herstellung und Anwendungen von keramischen Materialien • Polymerwerkstoffe <ul style="list-style-type: none"> ◦ Chemischer Aufbau von Polymeren 	3 SWS

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Strukturelle Eigenschaften ◦ Mechanische Eigenschaften ◦ Thermische Eigenschaften ◦ Polymertypen und Anwendungen ◦ Polymersynthese und Verarbeitung • Verbundwerkstoffe <ul style="list-style-type: none"> ◦ Teilchenverbunde ◦ Faserverstärkte Verbundwerkstoffe ◦ Schichtverbunde <p>Funktionsmaterialien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektronische Eigenschaften von Festkörpern <ul style="list-style-type: none"> ◦ Freie Elektronen im Festkörper ◦ Elektronische Bänder im Festkörper • Elektrische Materialeigenschaften <ul style="list-style-type: none"> ◦ Klassifizierung ◦ Transport von Ladungsträgern in Bändern ◦ Elektrische Eigenschaften von Metallen • Halbleiter <ul style="list-style-type: none"> ◦ Halbleitermaterialien ◦ Intrinsische Halbleiter ◦ Dotierung von Halbleitern ◦ Halbleiterbauelemente ◦ Optoelektronische Halbleiterbauelemente ◦ Halbleiter-Technologie • Magnetische Materialeigenschaften <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundbegriffe ◦ Diamagnetismus und Paramagnetismus ◦ Ferro-, Antiferro- und Ferrimagnetismus ◦ Magnetische Materialien und Anwendungen <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • W.D. Callister, Materials Science and Engineering (Wiley) • D. Askeland, P. Phule, The Science and Engineering of Materials • M.F. Ashby, D.R.H. Jones, Engineering Materials (Cambridge Univ. Press) • G. Gottstein, Physikalische Grundlagen der Materialkunde (Springer) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Übung zu Materialwissenschaften III</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS
<p>Prüfung: Materialwissenschaften III (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur</p>	

Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Inhalte der Anfängervorlesungen Physik und Chemie des Bachelorstudiengangs Physik und der Module Materialwissenschaften I und II des Bachelorstudiengangs Materialwissenschaften
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Ferdinand Haider
Häufigkeit: jedes Wintersemester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Nebenfächer Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-42-02 Materials Physics II	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Magnetic materials • Superconductivity • Thermodynamics of materials • Thermal Properties • Atomic transport Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die grundlegenden physikalischen und chemischen Ursachen für die daraus resultierenden unterschiedlichen Materialeigenschaften, • sind in der Lage, Materialien hinsichtlich ihrer magnetischen, supraleitenden, thermischen und Transporteigenschaften zu charakterisieren und, im Rahmen einfacher Modelle, entsprechende Berechnungen durchzuführen und • besitzen die Kompetenz, wissenschaftliche Fragestellungen aus den genannten Bereichen weitgehend selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden	
Teilmodul	
Lehrveranstaltung: Materials Physics II Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Magnetic materials <ul style="list-style-type: none"> ◦ Magnetization ◦ Atomic origin of magnetic moments ◦ Paramagnetism ◦ Ferromagnetism ◦ Anisotropy ◦ Ferromagnetic materials, hard and soft magnets ◦ Magnetooptics • Superconductivity <ul style="list-style-type: none"> ◦ Basic phenomena ◦ Meissner effect ◦ Energy gap ◦ London equation ◦ Basic ideas of the BCS theory, Cooper pairs 	3 SWS

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Type I/II superconductors ◦ High temperature superconducting materials, flux pinning • Thermodynamics of materials <ul style="list-style-type: none"> ◦ Review of basic terms ◦ Equilibrium conditions ◦ Phase diagrams ◦ Multiphase-multicomponent equilibria ◦ Thermodynamics of point defects ◦ Thermodynamics of interfaces • Thermal Properties <ul style="list-style-type: none"> ◦ Specific Heat ◦ Thermal Expansion ◦ Thermal Transport ◦ Thermal Radiation ◦ Thermoelectricity • Atomic transport <ul style="list-style-type: none"> ◦ Diffusion ◦ Electro-, thermo-, stress migration <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Charles Kittel: Introduction to Solid State Physics (Wiley & Sons) • Werner Buckel und Reinhold Kleiner: Supraleitung (Wiley-VCH) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Materials Physics II (Tutorial)</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS
<p>Prüfung: Materials Physics II (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: keine</p>
<p>Sprache: Englisch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: apl. Prof. Dr. Helmut Karl</p>
<p>Häufigkeit: jedes Sommersemester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Nebenfächer</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-42-03 Physics of Surfaces and Interfaces	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einige Grundlagen der Festkörperphysik • Physik an Ober- und Grenzflächen • Methoden zur Untersuchung der chemischen Zusammensetzung und der elektronischen Struktur sowie Anwendungsbeispiele <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben Kenntnisse der Struktur, der elektronischen Eigenschaften, der Thermodynamik sowie des chemischen Reaktionsverhaltens an Ober- und Grenzflächen, • haben die Fertigkeit, ihre Kenntnisse auf Problemstellungen der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung auf dem Gebiet der Physik von Ober- und Grenzflächen anzuwenden, • und besitzen die Kompetenz, basierend auf den vermittelten physikalischen Grundlagen eigenständig Lösungsansätze für entsprechende Problemstellungen zu erarbeiten • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Physics of Surfaces and Interfaces</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Die Bedeutung von Festkörperober- und Grenzflächen • Einige Grundlagen der Festkörperphysik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kristallgitter und reziprokes Gitter ◦ Elektronische Struktur von Festkörpern ◦ Gitterdynamik • Physik an Ober- und Grenzflächen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Struktur von idealen und realen Oberflächen ◦ Relaxation und Rekonstruktion ◦ Transport (Diffusion, elektronischer) an Grenzflächen ◦ Thermodynamik an Grenzflächen ◦ Elektronische Struktur von Oberflächen 	3 SWS

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Chemische Reaktionen an Festkörperoberflächen (Katalyse) ◦ Grenzflächenbestimmte Festkörper (nanoskalige Materialien) • Methoden zur Untersuchung der chemischen Zusammensetzung und der elektronischen Struktur sowie Anwendungsbeispiele <ul style="list-style-type: none"> ◦ Rasterelektronenmikroskopie ◦ Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskopie ◦ Auger-Elektronen-Spektroskopie ◦ Photoelektronenspektroskopie <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ertl, Küppers: Low Energy Electrons and Surface Chemistry (VCH) • Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids (Springer) • Zangwill: Physics at Surfaces (Cambridge) • Feldmann, Mayer: Fundamentals of Surface and thin Film Analysis (North Holland) • Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers (Teubner) • Briggs, Seah: Practical Surface Analysis I und II (Wiley) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Physics of Surfaces and Interfaces (Tutorial)</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS
<p>Prüfung: Physics of Surfaces and Interfaces (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Das Modul Experimentelle Festkörperphysik oder das Modul Theoretische Festkörperphysik sollte zuerst absolviert werden.</p>
<p>Sprache: Englisch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Siegfried Horn</p>
<p>Häufigkeit: jährlich</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Nebenfächer</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-42-04 High Resolution Imaging	6 ECTS-Punkte
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Rastersondenmikroskopie • Rasterelektronenmikroskopie • Anwendungen Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben Kenntnisse über hochauflösende bildgebende Methoden zur Untersuchung von Festkörperoberflächen, • haben die Fertigkeit, ihre Kenntnisse auf Problemstellungen der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung auf dem Gebiet der Physik von Ober- und Grenzflächen anzuwenden • und besitzen die Kompetenz, basierend auf den vermittelten physikalischen Grundlagen eigenständig Lösungsansätze für entsprechende Problemstellungen zu erarbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	Arbeitsaufwand: 150 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2
Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 90 Stunden	

Teilmodul	
Lehrveranstaltung: High Resolution Imaging Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Rastersondenmikroskopie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Physikalische Grundlagen der Rastertunnel- und kraftmikroskopie ◦ Technische Grundlagen der Rastertunnel- und -kraftmikroskopie ◦ Andere Rastersondentechniken • Rasterelektronenmikroskopie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Prinzipien der Rasterelektronenmikroskopie ◦ Elektronen-Festkörperwechselwirkung ◦ Kontrasterzeugung ◦ Chemische Analyse ◦ Probenpräparation • Anwendungen Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Neil W. Ashcroft, N. David Mermin: Solid State Physics • A. Zangwill: Physics at surfaces • W. Unertl: Handbook of surface science 1 + 2 • C. J. Chen: Introduction to scanning tunneling microscopy 	3 SWS

<ul style="list-style-type: none"> • Morita: Noncontact atomic force microscopy • L. Reimer: Scanning electron microscopy <p>Lehrform: Vorlesung</p>	
<p>Lehrveranstaltung: High Resolution Imaging (Tutorial)</p> <p>Inhalte: siehe Modulbeschreibung</p> <p>Literatur: siehe zugehörige Vorlesung</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS
<p>Prüfung: High Resolution Imaging (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur</p>	
<p>Vorausgesetzte Module: keine</p>	<p>Weitere Voraussetzungen: Experimentelle Festkörperphysik</p>
<p>Sprache: Deutsch</p>	<p>Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Siegfried Horn</p>
<p>Häufigkeit: alle 4 Semester</p>	<p>Dauer: 1 Semester</p>
<p>Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs</p>	<p>Modulgruppe: Nebenfächer</p> <p>Modulkategorie: Wahlfach</p>

Modul MaPhy-42-05 Processing of Materials	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processing of polymers • Processing of thin films • Processing of semiconductors • Processing of composites • Processing of metals and alloys <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die wichtigsten Methoden der Materialbe- und -verarbeitung für die unterschiedlichen Klassen von Materialien – Halbleiter, Dünnschichtmaterialien, Polymere, Metalle, Verbundmaterialien, • beherrschen neben industriellen Verfahren auch Methoden, die bislang eher im Labormassstab realisiert sind, • und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus dem obengenannten Themenbereich selbständig zu bearbeiten. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen 	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 2</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Processing of Materials</p> <p>Inhalte: see module description</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Ohring, Materials science of thin films (Academic Press) • H. E. H. Meijer (ed.), Processing of polymers (Wiley-VCH) • K. A. Jackson, Processing of semiconductors (VCH) • M. Stuke, Materials surface processing (Elsevier) • R. W. Cahn, Processing of metals and alloys (VCH) <p>Lehrform: Vorlesung</p>	3 SWS
<p>Lehrveranstaltung: Processing of Materials (Tutorial)</p> <p>Lehrform: Übung</p>	1 SWS

Prüfung: Processing of Materials (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: gute Kenntnisse der Grundlagen der Materialwissenschaften	
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Ferdinand Haider	
Häufigkeit: jährlich	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Nebenfächer Modulkategorie: Wahlfach	

Modul MaPhy-42-09 Non-Destructive Testing	6 ECTS-Punkte
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to nondestructive testing methods • Visual inspection • Ultrasonic testing • Guided wave testing • Acoustic emission analysis • Thermography • Radiography • Eddy current testing • Specialized nondestructive methods <p>Lernziele/Kompetenzen: The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • acquire knowledge in the field of nondestructive evaluation of materials, • are introduced to important concepts in nondestructive measurement techniques, • are able to independently acquire further knowledge of the scientific topic using various forms of information. • Integrated acquirement of soft skills 	<p>Arbeitsaufwand: 180 Stunden empfohlenes Fachsemester: 1</p>
<p>Arbeitsaufwand</p> <p>Vorlesung und Übung(Präsenz): 60 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur: 20 Stunden Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien: 80 Stunden</p>	
<p>Teilmodul</p>	
<p>Lehrveranstaltung: Non-Destructive Testing</p> <p>Inhalte: see module description</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Raj: Practical Non-destructive Testing • Shull: Nondestructive Evaluation - Theory and Applications • Krautkrämer: Ultrasonic testing of materials • Grosse: Acoustic Emission Testing • Rose: Ultrasonic waves in solid media • Maldague: Nondestructive Evaluation of Materials by Infrared Thermography • Herman: Fundamentals of Computerized Tomography • Further literature - actual scientific papers and reviews - will be announced at the beginning of the lecture. 	3 SWS

Lehrform: Vorlesung	
Lehrveranstaltung: Non-Destructive Testing (Tutorial) Lehrform: Übung	1 SWS
Prüfung: Non-Destructive Testing (90 Minuten) Prüfungstyp: Klausur	
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: Basic knowledge on materials science, in particular composite materials
Sprache: Englisch	Modulverantwortliche[r]: Markus Sause
Häufigkeit: jedes Wintersemester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Nebenfächer Modulkategorie: Wahlfach

Modul MaPhy-91-01		26 ECTS-Punkte
Masterarbeit		
<p>Inhalte: Entsprechend dem gewählten Thema</p> <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen den aktuellen Stand der Forschung in einem Spezialgebiet sowie die entsprechende Literatur, • sind in der Lage, moderne experimentelle oder theoretische Methoden zur vertieften Bearbeitung einer Fragestellung der aktuellen Forschung einzusetzen und die Ergebnisse zu interpretieren, • besitzen die Kompetenz, ein physikalisches Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist selbständig mit wissenschaftlichen Methoden umfassend zu bearbeiten und die wissenschaftlichen Grundlagen des Problems sowie ihre Ergebnisse schriftlich darzustellen. • Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Teamfähigkeit, Durchhaltevermögen, Fähigkeit zur schriftlichen Dokumentation eigener wissenschaftlicher Ergebnisse, kritische Reflexion eigener Ergebnisse im internationalen wissenschaftlichen Kontext, Grundsätze gute wissenschaftlicher Praxis <p>ECTS-Bedingungen Schriftliche Abschlussarbeit</p> <p>Anmerkungen Die Masterarbeit sollte erst nach Abschluss der Module Fachpraktikum und Projektarbeit begonnen werden. Die Masterarbeit ist innerhalb von sechs Monaten nach Ausgabe des Themas abzugeben. Auf Antrag des Kandidaten/der Kandidatin kann der Prüfungsausschuss die Bearbeitungszeit in begründeten Fällen verlängern.</p>		<p>Arbeitsaufwand: 780 Stunden empfohlenes Fachsemester: 4</p>
Arbeitsaufwand		
Vorlesung und Übung(Präsenz): 520 Stunden		
Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 260 Stunden		
Teilmodul		
Lehrveranstaltung:		
Masterarbeit		
Literatur:		
wird vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben		
Vorausgesetzte Module:	Weitere Voraussetzungen:	
keine	Voraussetzungen gemäß Prüfungsordnung: Beginn der Masterarbeit frühestens nach dem Erwerb der folgenden Leistungspunkte: alle Leistungspunkte aus den Modulgruppen 1 und 3	

	sowie 32 Leistungspunkte aus den Modulgruppen 2 und 4. Empfohlene Voraussetzungen: werden vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Thilo Kopp
Häufigkeit: jedes Semester	Dauer: 1 Semester
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	Modulgruppe: Abschlussleistungen Modulkategorie: Pflicht

Modul MaPhy-91-02		4 ECTS-Punkte
Kolloquium		
<p>Inhalte: Entsprechend dem Themenkreis der Masterarbeit</p> <p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, ein aktuelles Forschungsthema, nämlich das Thema ihrer Masterarbeit, in sich geschlossen und überzeugend mündlich mit angemessener Medienunterstützung darzustellen sowie ihre Ergebnisse gegenüber den beiden Prüfern zu verteidigen. Sie besitzen Fach- und Methodenkompetenz sowie Kompetenz in Schlüsselqualifikationen entsprechend den allgemeinen Lernzielen des Masterstudiengangs Physik.</p> <p>ECTS-Bedingungen Mündliche Prüfung, 50 – 70 min, inklusive Vortrag von etwa 20 min</p> <p>Anmerkungen Das Kolloquium findet in der Regel in einem Zeitraum von vier bis sechs Wochen nach Abgabe der Masterarbeit statt. Stoff des Kolloquiums ist der Themenkreis der schriftlichen Abschlussarbeit. Das Kolloquium beginnt mit einem Vortrag über die Inhalte der Abschlussarbeit.</p>		<p>Arbeitsaufwand: 120 Stunden empfohlenes Fachsemester: 4</p>
<p>Arbeitsaufwand Vorlesung und Übung(Präsenz): 80 Stunden Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen: 40 Stunden</p>		
Teilmodul		
Lehrveranstaltung: Kolloquium		
Vorausgesetzte Module: keine	Weitere Voraussetzungen: nach Abgabe der Masterarbeit	
Sprache: Deutsch	Modulverantwortliche[r]: Prof. Dr. Thilo Kopp	
Häufigkeit: jedes Semester	Dauer: 1 Semester	
Wiederholbarkeit: siehe PO des Studiengangs	<p>Modulgruppe: Abschlussleistungen</p> <p>Modulkategorie: Pflicht</p>	