

Modulhandbuch
für das
Bachelor-Programm Physik
an der
Universität Duisburg-Essen

Stand: 12. Oktober 2010

Gliederung

	Seite
Einleitung/Studienplan	3
Kompetenzbereiche	
GRUNDLAGEN DER PHYSIK	6
PRAKTIKUM	23
MATHEMATIK	30
THEORETISCHE PHYSIK	38
WEITERFÜHRENDER PHYSIKBEREICH	45
ERGÄNZUNGSBEREICH	59
NATURWISSENSCHAFTLICHE METHODEN	99
BACHELOR-ARBEIT	107

Einleitung/Studienplan

Das dreijährige Bachelor-Programm Physik an der Universität Duisburg-Essen bietet eine anspruchsvolle, breitgefächerte Grundlagenausbildung. Sie ebnet sowohl den Weg in das Berufsleben als auch für ein forschungsorientiertes Weiterstudium in verschiedenen Master-Programmen, insbesondere dem zweijährigen Master-Programm Physik der Universität Duisburg-Essen. Der Fachbereich bietet überdies im dritten Studienjahr zahlreiche Möglichkeiten, als studentische Hilfskraft berufsrelevante Erfahrungen bzw. Einblicke in aktuelle Forschungsgebiete zu gewinnen.

Entsprechend hoch ist der von den Studierenden erwartete zeitliche Aufwand für das Studium. Er drückt sich in den veranschlagten ECTS-Credits (Cr) aus: Ein Cr entspricht etwa 30 Zeitstunden, die für Lehrveranstaltungen an der Universität Duisburg-Essen und für die Nacharbeit zu Hause aufgewandt werden sollen. Der Umfang der Lehrveranstaltungen an der Universität wird bei den meisten Modulen in Semesterwochenstunden (SWS) angegeben und beträgt im Mittel 25 SWS pro Semester.

Das Bachelor-Programm umfasst - wie an allen deutschen Universitäten - 180 Cr. Der zeitliche Aufwand für das Studium beträgt also durchschnittlich 900 Stunden pro Semester. Umgerechnet auf die 15 Wochen der Vorlesungszeit sind das 60 Stunden pro Woche. Das reduziert sich auf 40 bis 50 Stunden, weil einige Veranstaltungen wie Praktika, Klausuren oder auch Projekte sowie ein Teil des Selbststudiums in die vorlesungsfreie Zeit fallen.

Das *Bachelor-Programm Physik* (Bachelor of Science in Physik (B.Sc.)) gliedert sich in acht „Kompetenzbereiche“. Während die Kompetenzbereiche „Grundlagen der Physik“, „Praktikum“, „Mathematik“ und „Theoretische Physik“ *Module* (siehe weiter unten) beinhalten, die für alle Studierenden *verpflichtend* sind, können die Studierenden bei den Kompetenzbereichen „Weiterführender Physikbereich“, „Ergänzungsbereich“, „Naturwissenschaftliche Methoden“ und in der „Bachelor-Arbeit“ in begrenztem Umfang nach eigener Wahl Schwerpunkte setzen. Die Inhalte aller Kompetenzbereiche werden ständig dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand angepasst, um den Studierenden die bestmögliche Ausbildung in modernen Konzepten der Physik und in Schlüsselqualifikationen zu bieten.

Zur bestmöglichen Nutzung der Wahlmöglichkeiten wird den Studierenden dringend empfohlen, gleich zu *Beginn des Studiums* (und natürlich auch *während* des Studiums) *Beratungsgespräche* zu führen. Sowohl die „hauptamtliche“ Studienberatung des Fachbereichs als auch *alle* Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer stehen dafür als *Mentoren* zur Verfügung.

Im „Ergänzungsbereich“ (E1 – E3) erwerben die Studierenden neben fachlichen Kenntnissen *in Physik* und *in anderen Fachdisziplinen* auch gewisse „Schlüsselqualifikationen“ („soft skills“), insbesondere die Fähigkeiten, physikalische Inhalte professionell unter Verwendung modernster Medientechnik zu präsentieren und in einer Diskussion zu vertreten. Die Universität bietet den Studierenden auch die Möglichkeit, ihre Englischkenntnisse auszubauen und zu vervollkommen. *Gute Englischkenntnisse* sind von grundlegender Bedeutung sowohl für das Studium der Physik, insbesondere für das konsekutive Master-Programm, als auch für die spätere Berufstätigkeit.

Die Kompetenzbereiche sind modular aufgebaut. Die meisten *Module* umfassen Lehrveranstaltungen, die sich aufeinander beziehen (z.B. eine Vorlesung und eine Übung oder zwei Vorlesungen (mit Übung oder Seminar)), die alle belegt werden müssen. Es gibt aber auch Module (z.B. Modul „Vertiefungsfach Physik“ oder Modul „Grundlagen der Informatik“), die mehrere Lehrveranstaltungen beinhalten, aus denen die Studierenden wählen können. Erläuterungen zu den Wahlmöglichkeiten findet man in der *Prüfungsordnung*. Dabei muss eine gewisse vorgeschriebene Anzahl von *ECTS-Credits* erreicht werden.

Das Studium schließt mit der 10-wöchigen *Bachelor-Arbeit* ab. Die Arbeit wird von einer Hochschullehrerin, einem Hochschullehrer, einer Privatdozentin oder einem Privatdozenten individuell betreut. Im Rahmen der Möglichkeiten des Fachbereichs können die Studierenden ihre Betreuerin oder ihren Betreuer und somit ein Spezialgebiet für ihre Arbeit frei wählen.

Dieses Modulhandbuch ist ebenfalls nach Kompetenzbereichen gegliedert. Jedem Kompetenzbereich sind bestimmte Module zugeordnet. Jedem Modul ist eine „*Modulbeschreibung*“ beigefügt. In dieser Beschreibung findet man Angaben zu den Zielen des Moduls, zu Art und Umfang sowie zu den Inhalten der darin enthaltenen Lehrveranstaltungen, empfohlene Literatur und - nicht zuletzt - Angaben zu den Modalitäten der geforderten Prüfungen und Studienleistungen. Fragen bezüglich der Inhalte der Module sind an die in den Beschreibungen genannten Modulverantwortlichen oder an den Dozenten bzw. die Dozentin der aktuellen Lehrveranstaltung zu richten.

Der Fachbereich ist ständig bemüht, die *inhaltlichen* und die *organisatorischen* Aspekte des Studiums weiter zu verbessern und behält sich Änderungen vor. Es empfiehlt sich, jeweils nach der neuesten Version im Internetauftritt des Fachbereichs zu schauen.

Den Aufbau des Studiums „auf einen Blick“ veranschaulicht der folgende *Studienplan*.

Studienplan für das Bachelor-Programm Physik

Füh er ungs jahr	Grundlagen der Physik			Praktikum			Mathematik			Theoretische Physik			Weiterführender Physikbereich			Ergänzungsbereich			Naturwiss. Methoden/ Bachelor-Arbeit		
	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr
1	Grundlagen der Physik I	12	Grundlagenpraktikum I	5	Mathematik f. Physiker I	12								E 1: Schlüsselqualif. I E 2: Allgemeine Grundlagen	3	Methodische Grundlagen der Naturwissenschaften	8	60			
2					Mathematik f. Physiker II	12															
3	Grundlagen der Physik II	12	Grundlagenpraktikum II	5	Mathematik f. Physiker III	12	Theoretische Physik I	10						E 1: Schlüsselqualif. II E 3: Studium liberale	2			60			
4							Theoretische Physik II	10													
5	Grundlagen der Physik III	12					Theoretische Physik III	10	Praktikum für Fortgeschrittenen ¹⁾						Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften	4		60			
6									Vertiefungsfach Experimentelle Physik ¹⁾	18				E 1: Schlüsselqualif. III	4	Bachelor-Arbeit	12				
	Σ Cr	36		10					Theoretische Physik IV ¹⁾		18				26		24	180			

¹⁾ Jedes Modul im weiterführenden Physikbereich ist mit 9 Cr belegt; es müssen zwei Module gewählt werden.

Kompetenzbereich
GRUNDLAGEN DER PHYSIK

Modulname		Modulkürzel
Grundlagen der Physik I		PHYSIK-B1-GR1
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1	30 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	Brückenkurs Mathematik / Physik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Grundlagen der Physik 1a (Mechanik, spezielle Relativitätstheorie, Strömungslehre)	6	180	6
II	Grundlagen der Physik 1b (Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik)	6	180	6
III				
IV				
Summe		12	360	12

Lernziele des Moduls
Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Physik anhand experimenteller Beispiele einzuordnen, physikalische Begriffsbildung, Argumentation und Sprache korrekt zu verwenden, die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischer Kontext, Experimente und mathematische Beschreibungen aus dem Bereich der klassischen Mechanik, der Strömungslehre, Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik nachzuvollziehen und anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage Phänomene und Vorgänge in der Natur induktiv zu erfassen.
Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsguppen an.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Klausur und mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben in jeder Veranstaltung

Modulname	Modulkürzel	
Grundlagen der Physik I	PHYSIK-B1-GR1	
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Physik 1a (Mechanik , Spezielle Relativitätstheorie, Strömungslehre)	Exp1a	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch	Brückenkurs	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	90 h	180 h	6
Lehrform				
Vorlesung mit Übungen				
Lernziele				
Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Konzepte der klassischen Mechanik, der speziellen Relativitätstheorie und der Strömungslehre nachzuvollziehen. Sie können einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.				
Inhalte				
Einführung Arbeitsmethode der Physik, physikalische Größen, Maßsystem, vektorielle Größen, Darstellung physikalischer Zusammenhänge				
Mechanik des Massenpunktes Massenpunkt und Bahnkurve, geradlinige Bewegung, Geschwindigkeit und Beschleunigung, Kreisbewegung, allgemeine krummlinige Bewegung, die Newtonschen Axiome, Kraft und Masse, Anwendung der Newtonschen Bewegungsgleichung, der schiefe Wurf, Kraft und Linearimpuls, allgemeine Formulierung der Newtonschen Bewegungsgleichung, Drehmoment und Drehimpuls, Arbeit und Leistung, kinetische und potentielle Energie, Energieerhaltung, Gravitationsgesetz, Gravitationskraft und potentielle Energie, Planetenbahnen, beschleunigte Bezugssysteme				
Relativistische Mechanik Historischer Kontext, Relativitätsprinzip, Lorentz-Transformation, Masse und Impuls im relativistischen Fall				
Massenpunktsysteme Newton'sche Bewegungsgleichung, Erhaltungssätze, Wechselwirkungen mit kurzer Reichweite, Stoßgesetze				

Starrer Körper

Starrer Körper als System von Massenpunkten, Statik des starren Körpers, Dynamik des starren Körpers, Rotation um feste Achse, Berechnung von Trägheitsmomenten, Beispiele für Drehbewegungen um eine feste Achse, Arbeit, Leistung und kinetische Energie bei Drehbewegungen um eine feste Achse, Drehimpulserhaltung bei raumfester Achse, Rotation um freie Achsen, Kreisel

Mechanische Schwingungen

Harmonische Schwingungen, gedämpfte harmonische Schwingungen, erzwungene harmonische Schwingungen, Resonanz, Überlagerung harmonischer Schwingungen, gekoppelte harmonische Schwingungen, Molekülschwingungen als Beispiel anharmonischer Schwingungen

Reale feste und flüssige Körper

Deformation fester und flüssiger Körper, Kompressibilität, Schweredruck, Auftrieb, Flüssigkeitsgrenzflächen, stationäre Strömung idealer Flüssigkeiten, Druckmessung in Strömungen, Anwendungen der Bernoullischen Gleichungen, stationäre Strömungen realer Flüssigkeiten, turbulente Strömungen

Studien-/Prüfungsleistung

Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben, Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen, Klausur

Literatur

- Paul A. Tipler, Physik
- R.A. Serway, Physics
- M. Alonso und E.J. Finn, Physik
- R.P. Feynmann, R.B. Leighton, and M. Sands, The Feynmann Lectures on Physics
- Gerthsen, Kneser, Vogel, Physik,
- W. Demtröder, Experimentalphysik I,
- Scobel, Lindström, Langkau, Physik kompakt 1
- K. Simonyi, Kulturgeschichte der Physik
- James T. Cushing, Philosophical Concepts in Physics

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname	Modulkürzel	
Grundlagen der Physik I	PHYSIK-B1-GR1	
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Physik 1b (Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik)	Exp1b	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
----------	--------	---------	-----------------

2	SS	Deutsch	Exp1, EinfTheo
---	----	---------	----------------

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	90 h	180 h	6

Lehrform
Vorlesung + Übungen
Lernziele
Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Konzepte der Wärme-, Elektrizitätslehre und Magnetostatik nachzuvollziehen. Sie können einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbständig lösen. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.
Inhalte
<p>Wärmelehre Vorbemerkungen und Begriffserläuterungen, Stoffmenge und Teilchenzahl, Temperatur und Thermometer, Temperaturskalen, thermische Ausdehnung fester und flüssiger Körper, von Gasen, Zustandsgleichung idealer Gase, Grundzüge der kinetischen Gastheorie, Druck, Temperatur und kinetische Energie, innere Energie idealer Gase, Wärme, Wärmemenge und Wärmekapazität, Kalorimetrie, Barometrische Höhenformel und Boltzmann-Verteilung, Maxwell-Boltzmansche Geschwindigkeitsverteilung</p> <p>Der I. Hauptsatz der Wärmelehre Zustandsänderungen am idealen Gas, Reversible und irreversible Zustandsänderungen, spezielle Kreisprozesse, Wärmepumpe und Kältemaschine</p> <p>Der II. Hauptsatz der Wärmelehre Die Entropie, Entropieänderungen am idealen Gas, Entropieänderung bei irreversiblen Prozessen Aggregatzustände und Phasen, Koexistenz von Flüssigkeit und Dampf, Koexistenz von Festkörpern und Flüssigkeit oder Gas, Zustandsgleichung realer Gase, Gasverflüssigung: Joule-Thomson-Effekt</p> <p>Transportphänomene Molekulardiffusion, Wärmeleitung, Viskosität</p> <p>Elektrizitätslehre Elektrostatik Elektrische Ladung, Coulomb Gesetz, elektrisches Feld, Elementarladung, Feldstärke und Potential Leiter im elektrischen Feld, elektrischer Fluss, Dielektrika</p> <p>Elektrischer Strom Ladungstransport und Ohmsches Gesetz, mikroskopische Deutung, Temperaturabhängigkeit, Joulesche Wärme, Kontinuitätsgleichung, Kirchhoffsche Regeln, Auf- und Entladung von Kondensatoren, Messen von Strömen</p>

Statische Magnetfelder

Grundlegende Experimente, magnetische Kraftwirkung auf elektrische Ladungen, Quellen des magnetischen Feldes, magnetische Induktion

Zeitlich veränderliche Felder

Faradaysches Induktionsgesetz, Verschiebungsstrom, Maxwellsche Gleichungen, Lenzsche Regel, Induktivität, Energie des magnetischen Feldes

Wechselstromkreise

Wechselstrom, Wechselstromkreis mit komplexen Widerständen, komplexe Widerstände, lineare Netzwerke, elektromagnetischer Schwingkreis, Gleichrichtung

Materie im magnetischen Feld

Magnetische Suszeptibilität, Dia-, Para-, Ferromagnetismus

Studien-/Prüfungsleistung

Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben, Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen, Klausur

Literatur

Siehe Literatur zu Physik I und Folgebände,
Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Grundlagen der Physik II		PHYSIK-B3-GR2
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengänge	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
2	30 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B1-MN1, PHYSIK-B2-MP2	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Grundlagen der Physik 2a (Elektromagnetische Wellen, Optik, Lichtquanten, Materiewellen)	6	180	6
II	Grundlagen der Physik 2b (Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene)	6	180	6
III				
IV				
Summe		12	360	12

Lernziele des Moduls
<p>Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Physik anhand experimenteller Beispiele einzuordnen, physikalische Begriffsbildung, Argumentation und Sprache korrekt zu verwenden, die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischer Kontext, Experimente und mathematische Beschreibungen aus dem Bereich der Elektrodynamik, Optik, Atom-, Quanten- und Molekülphysik nachzuvollziehen und anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage Phänomene und Vorgänge in der Natur induktiv zu erfassen.</p> <p>Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.</p>

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Mündliche Modulprüfung und mindestens 50% der Übungsaufgaben in jeder Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel		
Grundlagen der Physik II		PHYSIK-B3-GR2		
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel		
Grundlagen der Physik 2a (Elektromagnetische Wellen, Optik, Lichtquanten, Materiewellen)		Exp2a		
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
3	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B1-MN1, PHYSIK-B2-MP2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	90 h	180 h	6
Lehrform				
Vorlesung und Übungen				
Lernziele				
Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Konzepte der Elektrodynamik und Optik nachzuvollziehen. Sie können einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbständig lösen. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.				
Inhalte				
<p>Harmonische Wellen im Raum Grundlagen und Definition, das Huygensches'sche Prinzip der Wellenausbreitung, Reflexion und Brechung, Beugung am Spalt, Beugung an einer Kreisblende, Interferenz: Überlagerung zweier Kugelwellen, mehrerer ebener Wellen, Beugung am Gitter, Babinet'sche Theorem bei der Beugung am Gitter, Beugung und Fourier-Transformation, Wellenausbreitung in dispersiven Medien Ergänzung: Zur Dispersion von Wellen, Wellenausbreitung ohne Dispersion, mit Dispersion</p> <p>Elektromagnetische Wellen Existenz und grundsätzliche Eigenschaften, Energietransport durch elektromagnetische Wellen Reflexion und Transmission elektromagnetischer Wellen, Elektromagnetische Wellen in homogenen, isotropen, neutralen und leitenden Substanzen, Wechselwirkung elektromagnetischer Wellen mit Metallen, Übertragung von Signalen durch Kabel, Doppler-Effekt und Aberration bei elektromagnetischen Wellen, Entstehung elektromagnetischer Wellen</p> <p>Optik Geometrische Optik, Interferenzerscheinungen, Einfluss der Beugung auf das Auflösungsvermögen abbildender optischer Instrumente, Polarisierungserscheinungen</p> <p>Quantennatur elektromagnetischer Strahlung Strahlung des Schwarzen Körpers, spezifische Wärme fester Substanzen, Wechselwirkung</p>				

elektromagnetischer Strahlung mit Materie: Fotoeffekt, Compton-Effekt, Paareffekt, Photon
Wellennatur der Teilchenstrahlung
Hypothese von de Broglie, Experimente zum Nachweis von Materiewellen, Darstellung von Materiewellen, Wellenpakete
Studien-/Prüfungsleistung
Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben , Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen
Literatur
siehe Literatur zu PHYSIK-B1-GR1 und Folgebände
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname	Modulkürzel	
Grundlagen der Physik II	PHYSIK-B3-GR2	
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Physik 2b (Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene)	Exp2b	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
4	SS	Deutsch	Exp2a

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	90 h	180 h	6

Lehrform
Vorlesung + Übungen
Lernziele
Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Konzepte der Atom/Quantenphysik nachzu vollziehen. Sie können einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.
Inhalte
Grenzen der klassischen Physik Atomarer Aufbau der Materie Atom- und Elektronen-Hypothese, experimentelle Methoden zur Bestimmung der Loschmidt-Zahl und Elementarladung

Atomspektren und Atommodelle

Atomare Linienspektren, ältere Atommodelle (Historischer Rückblick), Bohrsches Atommodell, Thomas-Fermi-Modell.

Welle-Teilchen-Dualismus und Unschärferelation

Welle-Teilchen-Dualismus, Unschärferelation, Beispiel zur Energie-Zeit-Uncertainty.

Heisenbergsche Unschärferelation und Ehrenfest-Theorem als Konsequenz der Axiome

Heisenbergsche Unschärferelation, Ehrenfest-Theorem.

Wellenfunktion

Wiederholung und Zusammenfassung, Erläuterung des Begriffs Wahrscheinlichkeit, Wellenfunktion zur Beschreibung eines quantenmechanischen Zustandes, allgemeiner Fall.

Lösung der Schrödinger-Gleichung in einfachen Beispielen

Streuung freier Teilchen an einer Potentialstufe, Tunneleffekt durch eine Potentialbarriere, Kastenpotential, gebundene Zustände, eindimensionaler harmonischer Oszillator, gebundene und ungebundene Zustände, Allgemeines.

Das Wasserstoff-Atom, Ein-Elektron-Systeme

Aufstellung und Lösung der Schrödinger-Gleichung, Wellenfunktionen des Ein-Elektron-Systems, Emission / Absorption elektromagnetischer Strahlung, Auswahlregeln für Dipolstrahlung, Termschema

Magnetisches Dipolmoment von Bahndrehimpuls und Eigendrehimpuls des Elektrons

Bahndrehimpuls und magnetisches Moment, Zeemann-Effekt, Spin und magnetisches Moment des Elektrons, Stern-Gerlach-Experiment und Einstein-de Haas-Effekt, Spin-Bahn-Wechselwirkung, Feinstruktur

Mehr-Elektronen-Atome

Modell unabhängiger Teilchen

Zentralfeld-Nährung, Abschirmung des Kernpotentials durch die Elektronenhülle, Elektronen als ununterscheidbare = identische Teilchen, antisymmetrische und symmetrische Wellenfunktion, Austausch-Wechselwirkung, Berücksichtigung des Elektronenspins, Ortswellenfunktion, Spinwellenfunktion und Gesamtwellenfunktion, Antisymmetrie der Gesamtwellenfunktion, Elektronen als Fermionen, Niveauschema des He-Atoms, Pauli-Prinzip, Grundzustände der Viel-Elektronen-Atome, periodisches System der Elemente.

Molekulphysik

Chemische Bindung, LCAO-Methode, bindende und anti-bindende Zustände, elektronische Struktur, Born-Oppenheimer-Näherung, Rotations- und Schwingungsübergänge, optische Spektroskopie (qualitativ)

Studien-/Prüfungsleistung

Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50% der Punkte der Übungsaufgaben, Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen

Literatur

siehe Literatur zu PHYSIK-B1-GR1 und Folgebände

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Grundlagen der Physik III		PHYSIK-B5-GR3
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
3	30 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B3-MP3	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Einführung in die Festkörperphysik	6	180	6
II	Einführung in die Kern- und Teilchenphysik	3	90	3
III	Kooperative Phänomene	3	90	3
IV				
Summe		12	360	12

Lernziele des Moduls
Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Physik anhand experimenteller Beispiele einzuordnen, physikalische Begriffsbildung, Argumentation und Sprache korrekt zu verwenden, die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischer Kontext, Experimente aus dem Bereich der Kernphysik, der Festkörperphysik sowie der kooperativen Phänomene nachzuvollziehen und anzuwenden. Sie sind in der Lage ausgewählte Probleme aus dem Bereich der Festkörperphysik auf einem höheren Abstraktionsniveau zu verstehen und zu analysieren.
Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Mündlich Modulprüfung und mindestens 50% der Übungsaufgaben in jeder Veranstaltung

Modulname	Modulkürzel	
Grundlagen der Physik III	PHYSIK-B5-GR3	
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel	
Einführung in die Festkörperphysik	Fk1	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B3-MP3

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	90 h	180 h	6

Lehrform
Vorlesung (4) + Übungen (2)
Lernziele
Die Studierenden kennen die physikalischen Begriffe und Konzepte zur Behandlung des Vielteilchensystems „Festkörper“ und können diese in typischen Fällen anwenden. Sie können aufzeigen, wie die mikroskopischen Eigenschaften bezüglich der geometrischen Struktur, des Schwingungsverhaltens und der elektronischen Struktur das makroskopische Verhalten des Festkörpers bedingen.
Inhalte
<p>Struktur der Kristalle Periodische Anordnungen von Atomen, Die fundamentalen Gitterarten, Millersche Indices, einfache Kristallstrukturen, direkte Abbildung der atomaren Struktur, nichtideale Kristallstrukturen, Strukturdaten von Kristallen.</p> <p>Das reziproke Gitter Beugung von Wellen am Kristall, Brillouin-Zonen</p> <p>Bindungsverhältnisse in Kristallen Edelgaskristalle, Ionenkristalle, kovalente Kristalle, Metalle, Wasserstoffbrücken, Atomradien Beschreibung elastischer Dehnungen, Elastische Wellen in kubischen Kristallen</p> <p>Phononen I: Gitterschwingungen Schwingungen in Kristallen mit einatomiger Basis, Gitter mit zwei Atomen in der primitiven Basis, Quantisierung elastischer Wellen, Impuls der Phononen, Inelastische Streuung an Phononen.</p> <p>Phononen II: Thermische Eigenschaften Gitteranteil der Wärmekapazität, Anharmonische Wechselwirkung in Kristallen</p> <p>Das Fermigas freier Elektronen</p>

Energieniveaus im Eindimensionalen, Einfluss der Temperatur auf die Fermi-Dirac-Verteilung, freies Elektronengas im Dreidimensionalen, Wärmekapazität des Elektronengases, elektrische Leitfähigkeit und Ohmsches Gesetz, Bewegung in Magnetfeldern, Thermische Leitfähigkeit von Metallen

Energiebänder

Modell des nahezu freien Elektrons, Bloch-Funktion, Kronig-Penney-Modell, Wellengleichung eines Elektrons in einem periodischen Potential, Kronig-Penney-Modell im reziproken Raum, Anzahl der Niveaus in einem Band

Halbleiterkristalle

Bandlücke, Bewegungsgleichungen, Ladungsträgerkonzentration bei Eigenleitung, Störstellenleitung
Thermoelektrische Effekte in Halbleitern.

Fermiflächen und Metalle

Konstruktion von Fermiflächen, Elektronenbahnen, Lochbahnen und Offene Bahnen, Berechnung von Energiebändern., Experimentelle Methoden zur Untersuchung von Fermiflächen

Plasmonen, Polaritonen und Polaronen

Dielektrische Funktion des Elektronengases, Plasmonen, Elektronische Abschirmung, Polaritonen.
Elektron-Elektron-Wechselwirkung, Elektron-Phonon-Wechselwirkung: Polaronen, Peierls-Instabilität

Studien-/Prüfungsleistung

Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben , Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen

Literatur

Ch. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik
K. Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik
Ashcroft, Mermin: Festkörperphysik

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname	Modulkürzel
Grundlagen der Physik III	PHYSIK-B5-GR3
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Einführung in die Kern- und Teilchenphysik	Kern1
Lehrende	Fach
Dozenten der Physik	Lehreinheit
Physik	

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B3-MP3	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	45 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung + Übungen				
Lernziele				
Die Studierenden kennen die physikalischen Begriffe und die grundlegenden Konzepte der Kernphysik. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.				
Inhalte				
<p>Die Entdeckung der Radioaktivität und der Konstituenten des Atomkerns</p> <p>Globale Eigenschaften von Kernen und Nukleonen Massen, Bindungsenergie, Streuprozesse, Nukleon-Nukleon Wechselwirkung</p> <p>Kernmodelle Fermigas, Tröpfchenmodell, Schalenmodell</p> <p>Resonanzen Kernresonanzen, Resonanzen im Pi-Nukleon und Pi-Pi System</p> <p>Symmetrien und Erhaltungssätze Ladungserhaltung, Isospin, Parität, Zeitumkehr, Ladungskonjugation</p> <p>Quarkmodell der Hadronen und die starke Wechselwirkung Konstituenten-Quark-Modell, Quanten-Chromodynamik, Gluonen</p> <p>Die elektro-schwache Wechselwirkung Leptonen, Beta-Zerfälle, V-A Wechselwirkung, Feldbosonen, CP-Verletzung, Neutrinos</p>				
Studien-/Prüfungsleistung				
Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben , Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen				
Literatur				
H. Machner, Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik Demtröder: Experimentalphysik IV; Mayer-Kuckuck: Kernphysik; Povh,Rith,Zetsche: Teilchen und Kerne Krane K.S.:Introductory Nuclear Physics Bodenstedt E. I-III: Kernphysik				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname				Modulkürzel
Grundlagen der Physik III				PHYSIK-B5-GR3
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel
Kooperative Phänomene				KoopPhän
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B3-MP3	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	45 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung (2) + Übungen (1)				
Lernziele				
Die Studierenden kennen die physikalischen Begriffe und die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung kooperativer Phänomene wie z.B. Supraleitung und Magnetismus. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.				
Inhalte				
Supraleitung Typ I und Typ II Supraleiter, Londongleichungen (SL und Magnetfelder, Abschirmströme), BCS – Theorie, Josephson-Effekte, SQUID				
Bose-Einstein Kondensate Superfluidität				
Diamagnetismus und Paramagnetismus Die Langevin-Gleichung für den Diamagnetismus, Quantentheorie des Diamagnetismus mononuklearer Systeme, Paramagnetismus, Quantentheorie des Paramagnetismus, Kühlung durch adiabatische Entmagnetisierung, Paramagnetische Suszeptibilität der Leitungselektronen				
Ferromagnetismus und Antiferromagnetismus Ferromagnetische Ordnung, Austauschwechselwirkung, Stonerkriterium Magnonen, Magnetische Neutronenstreuung, Ferrimagnetische Ordnung, Antiferromagnetische Ordnung, Ferromagnetische Domänen, Ionen im Kristallfeld, Auslöschung des Bahndrehimpulses				
Optische Prozesse und Exzitonen Optische Reflexion, Exzitonen, Raman-Effekt in Kristallen, Energieverlust schneller Teilchen in einem Festkörper				
Dielektrische und ferroelektrische Festkörper				

Makroskopisches elektrisches Feld, lokales elektrisches Feld am Ort eines Atoms, Dielektrizitätskonstante und Polarisierbarkeit, strukturelle Phasenübergänge, ferroelektrische Kristalle

Studien-/Prüfungsleistung

Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben, Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen

Literatur

Buckel: Supraleitung
Poole, Farach, Creswick: Superconductivity
Weißenmantel, Hamann: Grundlagen der Festkörperphysik
Ibach, Lüth: Festkörperphysik
W. Nolting: Quantentheorie des Magnetismus
Seeger: Semiconductor Physics
Sze: Physics of Semiconductor Devices

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Kompetenzbereich

PRAKTIKUM

Modulname		Modulkürzel
Grundlagenpraktikum I		PHYSIK-B1-PR1
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1	15 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	Brückenkurs Mathematik / Physik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Physikalisches Anfängerpraktikum 1a	3	90	3
II	Physikalisches Anfängerpraktikum 1b	2	60	2
III				
IV				
Summe		5	150	5

Lernziele des Moduls
Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Mechanik Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik anhand experimenteller Versuchsaufbauten und selbsttätig durchzuführender Versuche, korrekt zu verwenden, sowie die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischer Kontext nachzuvollziehen. Sie sind in der Lage physikalische Grundversuche selbstständig aufzubauen, durchzuführen und auszuwerten.
Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit an.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Unbenoteter Studiennachweis, der sich kumulativ aus testierten und benoteten Protokollen aller durchgeführten Versuche ergibt

Modulname		Modulkürzel	
Grundlagenpraktikum I		PHYSIK-B1-PR1	
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel	
Physikalisches Anfängerpraktikum 1a		APrak1a	
Lehrende		Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik		Physik	Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1	WS	Deutsch	Exp1a
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand
3	45 h	45 h	90 h
ECTS-Credits			
3			
Lehrform			
Praktikum			
Lernziele			
Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und sachgerecht benutzen. Sie sind in der Lage ihre Ergebnisse zu analysieren, zu beurteilen und in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren.			
Inhalte			
Pflichtveranstaltungen (je nach Praktikumsteil): 1. Seminar (S1) "Bestimmung von Momentangeschwindigkeiten" 2. Seminar (S2) "Praktischer Strahlenschutz und Strahlenschutzunterweisung"			
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Wärmelehre , Elektro- und Magnetostatik. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.			
Studien-/Prüfungsleistung			
1. Schriftliche Versuchsvorbereitung 2. Mündliche Eingangsbefragung 3. Versuchsdurchführung 4. Anfertigung von 6 Versuchsprotokollen			
Literatur			
W. Walcher, "Praktikum der Physik"; Eichler, Kronfeld, Sahm, "Das neue Physikalische Grundpraktikum"; Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"			
Weitere Informationen zur Veranstaltung			
Wird durch Aushang bekannt gegeben.			

Modulname	Modulkürzel	
Grundlagenpraktikum I	PHYSIK-B1-PR1	
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel	
Physikalisches Anfängerpraktikum 1b	APrak1b	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
2	SS	Deutsch	APrak1a, Exp1b	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	30 h	60 h	2
Lehrform				
Praktikum				
Lernziele				
Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und sachgerecht benutzen. Sie sind in der Lage ihre Ergebnisse zu analysieren, zu beurteilen und in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren.				
Inhalte				
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Wärmelehre , Elektro- und Magnetostatik. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.				
Studien-/Prüfungsleistung				
1. Schriftliche Versuchsvorbereitung 2. Mündliche Eingangsbefragung 3. Versuchsdurchführung 4. Anfertigung von 6 Versuchsprotokollen				
Literatur				
W. Walcher, "Praktikum der Physik" Eichler, Kronfeld, Sahm, "Das neue Physikalische Grundpraktikum" Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Werden durch Aushang bekannt gegeben.				

Modulname		Modulkürzel
Grundlagenpraktikum II		PHYSIK-B3-PR2
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
2	15 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	PHYSIK-B1-PR1	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Physikalisches Anfängerpraktikum 2a	3	90	3
II	Physikalisches Anfängerpraktikum 2b	2	60	2
III				
IV				
Summe		5	150	5

Lernziele des Moduls
Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Elektrodynamik, Optik, Atom-, Quanten- und Festkörperphysik anhand experimenteller Versuchsaufbauten und selbsttätig durchzuführender Versuche, korrekt zu verwenden, sowie die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischer Kontext nachzuvollziehen. Sie sind in der Lage physikalische Grundversuche selbstständig aufzubauen, durchzuführen und auszuwerten.
Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit an.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Unbenoteter Studien nachweis, der sich kumulativ aus testierten und benoteten Protokollen aller durchgeführten Versuche ergibt

Modulname			Modulkürzel	
Grundlagenpraktikum II			PHYSIK-B3-PR2	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Physikalisches Anfängerpraktikum 2a			APrak2a	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
3	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-PR1, Exp2a	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	45 h	90 h	3
Lehrform				
Praktikum				
Lernziele				
Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und sachgerecht benutzen. Sie sind in der Lage ihre Ergebnisse zu analysieren, zu beurteilen und in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren.				
Inhalte				
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Optik, Lichtquanten, Materiewellen. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.				
Studien-/Prüfungsleistung				
1. Schriftliche Versuchsvorbereitung 2. Mündliche Eingangsbefragung 3. Versuchsdurchführung 4. Anfertigung von 6 Versuchsprotokollen				
Literatur				
W. Walcher, "Praktikum der Physik" Eichler, Kronfeld, Sahm, "Das neue Physikalische Grundpraktikum" Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Werden durch Aushang bekannt gegeben				

Modulname			Modulkürzel	
Grundlagenpraktikum II			PHYSIK-B3-PR2	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Physikalisches Anfängerpraktikum 2b			APrak2b	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
4	SS	Deutsch	APrak2a, Exp2b	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	30 h	60 h	2
Lehrform				
Praktikum				
Lernziele				
Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und sachgerecht benutzen. Sie sind in der Lage ihre Ergebnisse zu analysieren, zu beurteilen und in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren.				
Inhalte				
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Atomphysik, Quantenphänomene, Festkörperphysik. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.				
Studien-/Prüfungsleistung				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Schriftliche Versuchsvorbereitung 2. Mündliche Eingangsbefragung 3. Versuchsdurchführung 4. Anfertigung von 6 Versuchsprotokollen 				
Literatur				
W. Walcher, "Praktikum der Physik" Eichler, Kronfeld, Sahm, "Das neue Physikalische Grundpraktikum" Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Werden durch Aushang bekannt gegeben.				

Kompetenzbereich
MATHEMATIK

Modulname		Modulkürzel
Mathematik für Physiker I		PHYSIK-B1-MP1
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Mathematik		Mathematik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1	15 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	Vorkurs Mathematik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Mathematik für Physiker 1	9	360	12
II				
III				
IV				
Summe		9	360	12

Lernziele des Moduls
Die Studierenden sollen Grundkenntnisse der Mathematik erwerben, und einen Einblick in deren Anwendung in der Physik gewinnen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Kumulativ

Modulname	Modulkürzel			
Mathematik für Physiker I	PHYSIK-B1-MP1			
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel			
Mathematik für Physiker 1	Math1			
Lehrende	Fach		Lehreinheit	
Dozenten der Mathematik	Physik		Mathematik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch	Vorkurs Mathematik	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
9	135 h	225 h	360 h	12
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden sollen Grundkenntnisse der Mathematik erwerben, und einen Einblick in deren Anwendung in der Physik gewinnen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.				
Inhalte				
Funktionsbegriff, elementare Funktionen und ihre Umkehrungen, Grenzwert bei Folgen und Funktionen, Stetigkeit, geometrische Reihe, Exponentialreihe, Differentiation und Integration bei einer Veränderlichen, Differentialgleichungen erster Ordnung, lineare Differentialgleichungen zweiter Ordnung, komplexe Zahlen.				
Partielle Ableitungen und Mehrfachintegrale, Vektorräume, Basen, lineare Abbildungen, Matrizen, lineare Gleichungen, lineare Approximation und Differentialrechnung bei mehreren Veränderlichen.				
Determinanten, Skalarprodukt, Kreuzprodukt, Fourierreihen, erzwungene Schwingungen.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Vorrechnen von Übungen, Klausur				
Literatur				
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Siehe Aushänge und Ankündigung im Web.				

Modulname		Modulkürzel
Mathematik für Physiker II		PHYSIK-B2-MP2
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Mathematik		Mathematik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1	15 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	MATPHYSI	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Mathematik für Physiker 2	9	360	12
II				
III				
IV				
Summe		9	360	12

Lernziele des Moduls
Die Studierenden sollen Grundkenntnisse der Mathematik erwerben, und einen Einblick in deren Anwendung in der Physik gewinnen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Kumulativ

Modulname				Modulkürzel
Mathematik für Physiker II				PHYSIK-B2-MP2
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel
Mathematik für Physiker 2				Math2
Lehrende			Fach	Lehreinheit
Dozenten der Mathematik			Physik	Mathematik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-MP1	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
9	135 h	225 h	360 h	12
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden sollen weiter gehende Kenntnisse der Mathematik erwerben, und lernen sie zur Lösung physikrelevanter Probleme einzusetzen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.				
Inhalte				
Eigenwerte und Eigenvektoren, Euklidische und unitäre Räume, orthogonale, unitäre und selbstadjungierte Operatoren, Spektraldarstellung.				
Koordinatentransformationen, Integralformationsformel, Linienintegrale, Potentiale und Vektorpotentiale, Gradient, Rotation, Divergenz, Integration auf Flächenstücken, klassische Integralsätze.				
Vollständigkeit von \mathbb{N} , Fixpunktsatz für kontrahierende Abbildungen, Funktionenfolgen und -reihen, Taylorentwicklung (eine und mehrere Veränderliche), Analysis auf k-dimensionalen Flächen im \mathbb{R}^n .				
Systeme linearer Differentialgleichungen (mit konstanten und variablen Koeffizienten), Separationsansätze bei einfachen partiellen Differentialgleichungen				
Studien-/Prüfungsleistung				
Vorrechnen von Übungen, Klausur				
Literatur				
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Siehe Aushänge und Ankündigung im Web.				

Modulname		Modulkürzel
Mathematik für Physiker III		PHYSIK-B3-MP3
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Mathematik		Mathematik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
2	30 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	PHYSIK-B2-MP2	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Mathematik für Physiker 3a	6	240	8
II	Mathematik für Physiker 3b	3	120	4
III				
IV				
Summe		9	360	12

Lernziele des Moduls

Die Studierenden sollen tiefergehende Kenntnisse der Mathematik erwerben, die sie befähigen, Modelle der experimentellen oder theoretischen Physik zu verstehen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.

Kommunikations- u. Vermittlungstechniken: Vermittlung von Präsentationstechniken durch Vorrechnen von Übungsaufgaben, Teamarbeit: Kleingruppenarbeit in Übungsgruppen

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Kumulativ aus Ergebnissen der Veranstaltungsprüfungen, mündliche Prüfung am Ende des Moduls, und mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben

Modulname	Modulkürzel			
Mathematik für Physiker III	PHYSIK-B3-MP3			
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel			
Mathematik für Physiker 3a	Math3a			
Lehrende	Fach		Lehreinheit	
Dozenten der Mathematik	Physik		Mathematik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
3	WS	Deutsch	PHYSIK-B2-MP2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	150 h	240 h	8
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden sollen tiefergehende Kenntnisse der Mathematik erwerben, die sie befähigen, Modelle der experimentellen oder theoretischen Physik zu verstehen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.				
Inhalte				
Funktionentheorie: komplexe Differenzierbarkeit, holomorphe Funktionen, Cauchy'scher Integralsatz, Laurentreihen, holomorphe Fortsetzung, Residuen-Satz und -kalkül. Rand- und Eigenwertaufgaben. Sturm-Liouville'sche Eigenwertaufgaben. Greensche Funktion, „Deltafunktion“.				
Spezielle Funktionen der mathematischen Physik: Differentialgleichungen aus Separationsansätzen. Differentialgleichungen in \mathbb{C} mit regulären-singulären Stellen. Kugelfunktionen. Zylinderfunktionen.				
Funktionenräume L^1 , L^2 , dichte Teilmengen. Vollständige Orthonormalsysteme. Spektraltheorie im Hilbertraum.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Vorrechnen von Übungen, 50 % der Übungsaufgaben				
Literatur				
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Siehe Aushänge und Ankündigung im Web

Modulname	Modulkürzel			
Mathematik für Physiker III	PHYSIK-B3-MP3			
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel			
Mathematik für Physiker 3b	Math3b			
Lehrende	Fach			
Dozenten der Mathematik	Physik Mathematik			
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
4	SS	Deutsch	Math3a	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	75 h	120 h	4
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden sollen tiefergehende Kenntnisse der Mathematik erwerben, die sie befähigen, Modelle der experimentellen oder theoretischen Physik zu verstehen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.				
Inhalte				
Distributionen, temperierte Distributionen. Fouriertransformation bei Funktionen und temperierten Distributionen. Lineare partielle Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten. Grundlösungsverfahren. Wellen-, Potential-, Wärmeleitungsgleichung.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Vorrechnen von Übungen, 50 % Übungsaufgaben				
Literatur				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Kompetenzbereich
THEORETISCHE PHYSIK

Modulname		Modulkürzel
Theoretische Physik I		PHYSIK-B3-TH1
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
2	15 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	siehe Veranstaltung Mechanik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Mechanik	7	300	10
II				
III				
IV				
Summe		7	300	10

Lernziele des Moduls
siehe Veranstaltung Mechanik
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
siehe Veranstaltung Mechanik

Modulname	Modulkürzel
Theoretische Physik I	PHYSIK-B3-TH1
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Mechanik	Theo1
Lehrende	Fach
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik
Lehreinheit	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
3	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-MN1, PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B1-MP1, PHYSIK-B2-MP2

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
7	105 h	195 h	300 h	10

Lehrform
Vorlesung + Übung + Rechnerpraktikum
Lernziele
Die Studierenden kennen die Struktur theoretisch-mathematischer Modelle, Äquivalenz und relative Vorzüge verschiedener Formulierungen der klassischen Mechanik. Sie haben Fertigkeiten im praktischen Umgang mit mathematischem Rüstzeug und rechnerbasierten Methoden. Die Studierenden gewinnen einen Einblick in die historische Wandlung der Begriffsbildung der Mechanik.
Inhalte
Newton'sche Mechanik inklusive beschleunigte Bezugssysteme, Gravitationspotential (Massenpunkte, kontinuierliche Massenverteilung, Multipolentwicklung), Lagrangesche Mechanik (1. und 2. Art, Zwangsbedingungen), eindimensionale Bewegung, Bewegung im Zentralfeld, Vektorpotential, Zweikörperproblem (inkl. elastische Stöße), N-Körperproblem, Symmetrien und Erhaltungssätze, kleine Schwingungen, starrer Körper (inkl. Kreisel), Hamiltonsche Mechanik (Poissonklammern, Noethertheorem). Grundbegriffe der Hamilton-Jacobi-Theorie, der nichtlinearen Dynamik und der Kontinuumsmechanik, Vertiefung in einem der drei vorgenannten Punkte.
Studien-/Prüfungsleistung
50 % der Punkte in Übung und Rechnerpraktikum, 3-stündige Klausur am Semesterende.
Literatur
Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 1 und 2 Goldstein, Poole, Safko: Klassische Mechanik Scheck: Mechanik: Von den Newtonschen Gesetzen zum deterministischen Chaos Landau, Lifshitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 1 Kibble: Classical Mechanics
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Theoretische Physik II		PHYSIK-B4-TH2
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
2	15 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	siehe Veranstaltung Quantenmechanik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Quantenmechanik	7	300	10
II				
III				
IV				
Summe		7	300	10

Lernziele des Moduls
siehe Veranstaltung Quantenmechanik
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
siehe Veranstaltung Quantenmechanik

Modulname	Modulkürzel
Theoretische Physik II	PHYSIK-B4-TH2
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Quantenmechanik	Theo2
Lehrende	Fach
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik
Lehreinheit	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
4	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-MN1, PHYSIK-B3-TH1, Exp2a, Math3a

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
7	105 h	195 h	300 h	10

Lehrform
Vorlesung + Übung + Rechnerpraktikum
Lernziele
Konzepte, Begriffsbildungen und Methoden der Quantenmechanik im Unterschied zu denen der klassischen Mechanik. Fertigkeit im Umgang mit analytischen und rechnerbasierten Methoden der Quantenmechanik.
Inhalte
Schrödinger-Gleichung, eindimensionale Beispiele (Stufe, Barriere, Kasten), Ehrenfest-Theorem. Observable (Messwerte, Eigenfunktionen, diskretes und kontinuierliches Spektrum, Vertauschungsregeln, Unschärferelation), Darstellungswechsel, Dirac-Notation, Zeitentwicklung (unitäre Operatoren, Schrödinger- und Heisenbergbild, Energie-Zeit-Ungleichung), Algebra des harmonischen Oszillators, Drehimpuls (Bahndrehimpuls, Spin, Gesamtdrehimpuls), Wasserstoffatom, Pauligleichung, Näherungsmethoden (zeitunabhängige und zeitabhängige Störungstheorie, Ritzsches Variationsverfahren), Potentialstreuung, Mehrteilchenprobleme (Bosonen und Fermionen).
Studien-/Prüfungsleistung
50 % der Punkte in Übung und Rechnerpraktikum; 3-stündige Klausur am Semesterende.
Literatur
Schwabl: Quantenmechanik Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 5 Schiff: Quantum Mechanics Cohen-Tannoudji, Diu, Laloé: Quantenmechanik, Bd. 1 und 2
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Theoretische Physik III		PHYSIK-B3-TH3
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor of Science Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
3	15 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	siehe Veranstaltung Elektrodynamik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Elektrodynamik	7	300	10
II				
III				
IV				
Summe		7	300	10

Lernziele des Moduls

siehe Veranstaltung Elektrodynamik

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
--

siehe Veranstaltung Elektrodynamik

Modulname	Modulkürzel
Theoretische Physik III	PHYSIK-B3-TH3
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Elektrodynamik	Theo3
Lehrende	Fach
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik
Lehreinheit	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B3-MP3

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
7	105 h	195 h	300 h	10

Lehrform
Vorlesung + Übung + Rechnerpraktikum
Lernziele
Ursprung und Dynamik elektromagnetischer Kräfte, Vergleich der Prinzipien von Mechanik, Quantenmechanik und Elektrodynamik. Fertigkeit im Umgang mit analytischen und rechnerbasierten Methoden der Elektrodynamik.
Inhalte
Maxwell-Gleichungen, Elektro- und Magnetostatik, elektromagnetische Wellen, Eichinvarianz, retardierte Potentiale, Energie- und Impulsdichte des elektromagnetischen Feldes, elektromagnetische Strahlung, Elektrodynamik in Materie, spezielle Relativitätstheorie, Eichprinzip (Aharonov-Bohm-Effekt und Flussquantisierung), evtl. Quantisierung des elektromagnetischen Feldes.
Studien-/Prüfungsleistung
50 % der Punkte in Übung und Rechnerpraktikum; mündliche Prüfung am Semesterende.
Literatur
Jackson: Klassische Elektrodynamik Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 3 und 4 Feynman: Lectures on Physics, Vol. 2 and Vol.1 (Ch. 15-17, 28-34) Landau, Lifshitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 2
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Kompetenzbereich
WEITERFÜHRENDER PHYSIKBEREICH

Modulname		Modulkürzel
Praktikum für Fortgeschrittene		PHYSIK-B5-PRF
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
3	15 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen
		Grundlagen in experimenteller u. theoretischer Physik

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Fortgeschrittenenpraktikum	8	270	9
II				
III				
IV				
Summe		8	270	9

Lernziele des Moduls
Vermittlung von Grundlagen aus verschiedenen Spezialgebieten der Experimentalphysik., Vertiefung praktischer Fertigkeiten an speziellen Versuchsaufbauten durch weitgehend selbständiges Arbeiten, Erwerb von Kenntnissen und Anwendung moderner Messverfahren, Anwendung erworbener physikalischer Kenntnisse zur Gewinnung, Auswertung und Interpretation von Messdaten.
Selbstlernen, Monitoring: Anleitung zu Zeitmanagement, Vermittlung von Lernstrategien
Kommunikations- u. Vermittlungstechniken: Vermittlung von Präsentationstechniken durch mündliche und schriftliche Darstellung der Experimente, Teamarbeit: Kleingruppenarbeit (2 – 3 Pers.)

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Unbenoteter Studiennachweis, der sich kumulativ aus der Benotung von mündlichen, experimentellen und schriftlichen Leistungen ergibt.

Modulname	Modulkürzel	
Praktikum für Fortgeschrittene	PHYSIK-B5-PRF	
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel	
Fortgeschrittenenpraktikum	FPrak1	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B1-PR1, PHYSIK-B3-PR2

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
8	120 h	150 h	270 h	9

Lehrform
Praktikum + Kolloquium + Seminare
Lernziele
Vermittlung von Grundlagen aus verschiedenen Spezialgebieten der Experimentalphysik., Vertiefung praktischer Fertigkeiten an speziellen Versuchsaufbauten durch weitgehend selbständiges Arbeiten, Erwerb von Kenntnissen und Anwendung moderner Messverfahren, Anwendung erworbener physikalischer Kenntnisse zur Gewinnung, Auswertung und Interpretation von Messdaten.
Inhalte
Versuche aus verschiedenen Gebieten der Experimentalphysik. Die genauen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.
Studien-/Prüfungsleistung
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mündliche Eingangsbefragung 2. Versuchsdurchführung 3. Anfertigung eines Protokolls 4. Teilnahme an einem speziellen Seminar während des Praktikums
Literatur
Versuchsanleitungen, spezielle Buchartikel und Veröffentlichungen zu den jeweiligen Versuchen
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Theoretische Physik IV		PHYSIK-B6-TH4
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik, Master-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
3	15 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	siehe Veranstaltung Statistische Physik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Statistische Physik	7	270	9
II				
III				
IV				
Summe		7	270	9

Lernziele des Moduls
siehe Veranstaltung Statistische Physik

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
siehe Veranstaltung Statistische Physik

Modulname	Modulkürzel
Theoretische Physik IV	PHYSIK-B6-TH4
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Statistische Physik	Theo4
Lehrende	Fach
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik
Lehreinheit	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B3-MP3

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
7	105 h	165 h	270 h	9
Lehrform				
Vorlesung + Übung + Rechnerpraktikum				
Lernziele				
Die Studierenden kennen die statistische Begründung der Thermodynamik, sie können den Status von Wahrscheinlichkeit in Quantenmechanik und Statistik unterscheiden, sie sind in der Lage analytische und rechnerbasierte Methoden der Statistischen Physik anzuwenden.				
Inhalte				
Wahrscheinlichkeitstheorie, Zentraler Grenzwertsatz. Irreversible Prozesse und Relaxation ins Gleichgewicht. Dichteoperator, Gleichgewichtsensembles und Thermodynamische Potentiale, Entropie, Hauptsätze, Kreisprozesse, thermodynamische Relationen, Gleichverteilungssatz, Fluktuationen, Ideale Gase (klassisch, Bose- und Fermigas), Reale Gase (van-der-Waals-Gl., Virialentwicklung), Phasenübergänge (Clausius-Clapeyron-Gl., mehrkomponentige Systeme, Molekularfeldtheorie kritischer Phänomene, insbesondere bei Spinsystemen).				
Studien-/Prüfungsleistung				
50 % der Punkte in Übung und Rechnerpraktikum; Klausur oder mündliche Prüfung am Semesterende				
Literatur				
Schwabl: Statistische Mechanik Brenig: Statistische Theorie der Wärme Reif: Statistical Physics Landau, Lifschitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd.5				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname		Modulkürzel
Vertiefungsfach Physik		PHYSIK-B5-VT
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
3	30 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B4-TH2	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
Zusätzlich zu I müssen von den Lehrveranstaltungen (II - VIII) zwei weitere gewählt werden (wegen § 12 Abs. 2 der Prüfungsordnung). Nicht alle werden in jedem Studienjahr angeboten, siehe Vorlesungsverzeichnis und Aushänge.				
I	Grundlagen der Statistischen Physik	2	90	3
II	Grundlagen der Optik	2	90	3
III	Grundlagen der Oberflächenphysik	2	90	3
IV	Grundlagen des Magnetismus	2	90	3
V	Grundlagen der Halbleiterphysik	2	90	3
VI	Grundlagen der Atom- und Molekülphysik	2	90	3
VII	Grundlagen der Plasmaphysik	2	90	3
VIII	Grundlagen der Astrophysik	2	90	3
Summe		6	270	9
Lernziele des Moduls				
Dieses Modul wendet sich vor allem an Studierende, die direkt nach dem Bachelor-Abschluss eine Berufstätigkeit anstreben, ohne ein forschungsnahes Physikstudium in einem Masterprogramm anzuschließen. Es bietet die Möglichkeit, mit einer Auswahl von Vorlesungen gezielt vertiefte Kenntnisse für die Berufspraxis zu erwerben.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Mündliche Prüfung über eine der Lehrveranstaltungen (I-VIII).				

Modulname				Modulkürzel
Vertiefungsfach Physik				PHYSIK-B5-VT
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel
Grundlagen der Statistischen Physik				GTheo4
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B4-TH2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Statistischen Physik.				
Inhalte				
Dichteoperatoren, Entropie, thermodynamisches Gleichgewicht, Fluktuationen, Thermodynamische Potentiale, Hauptsätze der Thermodynamik, Phasenübergänge (in Abstimmung mit „Kooperative Phänomene“ aus PHYSIK-B5-GR3), Ideale Quantengase und klassischer Grenzfall (in Abstimmung mit „Kooperative Phänomene“ aus PHYSIK-B5-GR3).				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
Schwabl: Statistische Mechanik Brenig: Statistische Theorie der Wärme Reif: Statistical Physics				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname		Modulkürzel		
Vertiefungsfach Physik		PHYSIK-B5-VT		
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel		
Grundlagen der Optik		GOpt		
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Franke, Kleinefeld, Sokolowski-Tinten, Tarasevitch, N.N.		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Optik.				
Inhalte				
Historische Rolle und aktuelle Bedeutung der Optik in Wissenschaft und Technik, Reflexion und Brechung, Optische Eigenschaften der Materie, Geometrisch-optische Abbildung und Strahlenoptik, Mathematische Beschreibung von Wellen, Interferenz und Beugung, Fourier-Optik, Polarisation und Doppelbrechung, Ausblick auf moderne Gebiete der Optik: Opto-Elektronik, Photonik, Nano-Optik.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
E. Hecht, A. Zajac: Optik M. Born, E. Wolf: Principles of Optics				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname		Modulkürzel		
Vertiefungsfach Physik		PHYSIK-B5-VT		
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel		
Grundlagen der Oberflächenphysik		GOfI		
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Buck, Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Schleberger, Schneider, Wende, Wucher		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Oberflächenphysik.				
Inhalte				
Historische Einführung, atomare, elektronische und vibronische Struktur von Oberflächen, Mechanismen der Strukturbildung: Rekonstruktion und Relaxation, Herstellung reiner Oberflächen, Oberflächenzustände und elementare Anregungen, optische Eigenschaften, Phasenübergänge, Austrittsarbeit und Emissionsprozesse, Wechselwirkung mit Teilchen, chemische Reaktionen, Adsorption, Wachstum, Katalyse, Halbleiteroberflächen, Experimentelle Methoden.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
Desjonquieres, Spanjaard: Concepts in Surface Physics Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids Somorjai: Introduction to Surface Chemistry and Catalysis Zangwill: Physics at Surfaces				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname	Modulkürzel			
Vertiefungsfach Physik	PHYSIK-B5-VT			
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel			
Grundlagen des Magnetismus	GMag			
Lehrende	Fach	Lehreinheit		
Farle, Mergel, Nienhaus, Schneider, Schleberger, Wende	Physik	Physik		
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse des Magnetismus.				
Inhalte				
Atomarer Magnetismus: Spin, magn. Moment, Diamagnetismus, Paramagnetismus, magnetische Ordnung im Festkörper, magnetische Anisotropie, magnetische Strukturen, Magnetodynamik, magnetische Anregungen, magnetische Kopplungsphänomene, Spinelektronik, Darstellung von Anwendungsbeispielen, Ausblick Nanomagnetismus: Nanopartikel, ultradünne Filme und magnetische Moleküle.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg Verlag München Wien) H. C. Siegmann, J. Stöhr; Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics (Springer Verlag)				
R. C. O'Handley, Modern Magnetic Materials: Principles and Applications (John Wiley & Sons) W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus 1 und 2 (Teubner Studienbücher Physik)				
H. Lueken, Magnetochemie (Teubner Studienbücher Physik)				
B. Heinrich, J.A.C. Bland, Ultrathin Magnetic Structures I-IV (Springer Verlag)				
H. Kronmüller und S. Parkin, Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials (Wiley & Sons)				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname	Modulkürzel		
Vertiefungsfach Physik	PHYSIK-B5-VT		
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel		
Grundlagen der Halbleiterphysik	GHal		
Lehrende	Fach		Lehreinheit
Horn-von Hoegen, Lorke, Mergel, Nienhaus	Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand
2	30 h	60 h	90 h
ECTS-Credits	3		
Lehrform			
Vorlesung			
Lernziele			
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Halbleiterphysik.			
Inhalte			
Historische Bedeutung und Entwicklung von Halbleitermaterialien; Technologie der Halbleitermaterialien; festkörperphysikalische Grundlagen, elementare und Verbindungs-Halbleiter; Dotierung und Ladungsträgerstatistik; Ladungstransport in Halbleitern; Hall-Effekt; Magnetotransport; Anwendungen: Dioden, Transistoren, MOSFET.			
Studien-/Prüfungsleistung			
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.			
Literatur			
K. Seeger, Semiconductor Physics M. Grundmann, Semiconductor Physics P.Y. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors O. Madelung, Grundlagen der Halbleiterphysik			
Weitere Informationen zur Veranstaltung			

Modulname				Modulkürzel
Vertiefungsfach Physik				PHYSIK-B5-VT
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel
Grundlagen der Atom- und Molekülphysik				GAtMol
Lehrende				Fach Lehreinheit
Nienhaus, Schleberger, Wucher				Physik Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Atom- und Molekülphysik				
Inhalte				
Wasserstoff-Atom: Dirac-Gleichung, Lambshift; Mehrelektronenatome: Orts- und Spinwellenfunktion, Pauli-Spin-Matrizen, Clebsch-Gordon-Koeffizienten, Atome in Feldern, elektronische Übergänge; Molekülphysik: optische Spektroskopie, IR- und Ramanübergänge, Rotation und Schwingung, quantenmechanische Korrekturen, elektronische Übergänge, Ausblick auf die Physik mehratomiger Moleküle.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
T. Mayer-Kuckuck: Atomphysik H. Haken, H.C. Wolf: Atom- und Quantenphysik H. Haken, H.C. Wolf: Molekülphysik und Quantenchemie A. Beider: Atome, Moleküle, Festkörper W. Demtröder, Experimentalphysik 3: Atome, Moleküle und Festkörper				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname	Modulkürzel			
Vertiefungsfach Physik	PHYSIK-B5-VT			
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel			
Grundlagen der Plasmaphysik	GPla			
Lehrende	Fach		Lehreinheit	
Brezinsek, Wucher	Physik		Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Plasmaphysik.				
Inhalte				
Einführung: Vorkommen von Plasmen in Natur und Technik, Grundlegende Plasmacharakteristika – Kenngrößen und Zustandsgrenzen, Einteilchenbewegung in elektromagnetischen Feldern, Stoßprozesse in Plasmen, Flüssigkeitsbeschreibung von Plasmen: Magneto- Hydrodynamik, Wellenausbreitung in Plasmen, Anwendung der Plasmaphysik: Magnetischer Einschluss von Hochtemperaturplasmen zur kontrollierten Kernfusion, Experimentelle Methoden: Plasmadiagnostik.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
Goldston, Robert J. and Rutherford, Paul H.: Introduction to plasma physics / Bristol: Inst. of Physics Publ., 1995				
Michael Kaufmann, Plasmaphysik und Fusionsforschung, Teubner 2003				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname	Modulkürzel			
Vertiefungsfach Physik	PHYSIK-B5-VT			
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel			
Grundlagen der Astrophysik	GAstro			
Lehrende	Fach		Lehreinheit	
Wurm	Physik		Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Astrophysik.				
Inhalte				
Beobachtungstechniken (Teleskope, Messgrößen (Astrometrie, elektromagnetische Strahlung)), Himmelsmechanik, Sternentstehung, Aufbau und Entwicklung (massearme, massereiche Sterne, Riesensterne, Schwarze Löcher, ...), Sonne, Hertzsprung-Russell Diagramm, Planetensysteme (Entstehung, Entwicklung, Besonderheiten, Sonnensystem, extrasolare Planeten, Raumsonden), interstellares Medium, Galaxien, Kosmologie, kosmische Strahlung				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
An Introduction to Modern Astrophysics, Carroll und Ostlie, Addison-Wesley, 2006				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Kompetenzbereich
ERGÄNZUNGSBEREICH

E1: Schlüsselqualifikationen

Modulname		Modulkürzel
E1: Schlüsselqualifikationen I		PHYSIK-B1-E11
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1	30 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Seminar zum Grundlagenpraktikum I	2	90	3
II				
III				
IV				
Summe		2	90	3

Lernziele des Moduls
Die Studierenden sind in der Lage, Daten aus physikalischen Versuchen wissenschaftlich zu analysieren und kritisch zu bewerten, ihre Ergebnisse in geeigneter Form zu präsentieren und in einer Diskussion zu verteidigen.
Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Kumulativ

Modulname			Modulkürzel	
E1: Schlüsselqualifikationen I			PHYSIK-B1-E11	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Seminar zum Grundlagenpraktikum I			SGPrak1	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1 u. 2	WS/SS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Seminar				
Lernziele				
Die Studierenden sind in der Lage, Daten aus physikalischen Versuchen wissenschaftlich zu analysieren und kritisch zu bewerten, ihre Ergebnisse in geeigneter Form zu präsentieren und in einer Diskussion zu verteidigen.				
Inhalte				
Ergeben sich aus den Versuchen des Moduls PHYSIK-B1-PR1				
Studien-/Prüfungsleistung				
Seminarvortrag				
Literatur				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname		Modulkürzel
E1: Schlüsselqualifikationen II		PHYSIK-B3-E12
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengänge	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
2	30 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	PHYSIK-B1-PR1, PHYSIK-B1-E11	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Seminar zum Grundlagenpraktikum II	2	90	3
II				
III				
IV				
Summe		2	90	3

Lernziele des Moduls
Die Studierenden sind in der Lage, Daten aus physikalischen Versuchen wissenschaftlich zu analysieren und kritisch zu bewerten, ihre Ergebnisse in geeigneter Form zu präsentieren und in einer Diskussion zu verteidigen.
Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Kumulativ

Modulname			Modulkürzel	
E1: Schlüsselqualifikationen II			PHYSIK-B3-E12	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Seminar zum Grundlagenpraktikum II			SGPrak2	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
3 u. 4	WS/SS	Deutsch	PHYSIK-B1-PR1, PHYSIK-B1-E11	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Seminar				
Lernziele				
Die Studierenden sind in der Lage, Daten aus physikalischen Versuchen wissenschaftlich zu analysieren und kritisch zu bewerten, ihre Ergebnisse in geeigneter Form zu präsentieren und in einer Diskussion zu verteidigen.				
Inhalte				
Ergeben sich aus den Versuchen des Moduls PHYSIK-B3-PR2				
Studien-/Prüfungsleistung				
Seminarvortrag				
Literatur				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname		Modulkürzel
E1: Schlüsselqualifikationen III		PHYSIK-B6-E13
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
3	15 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	PHYSIK-B1-E11, PHYSIK-B3-E12	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Seminar Projektplanung und Präsentation	2	120	4
II				
III				
IV				
Summe		2	120	4

Lernziele des Moduls
Die Studierenden sind in der Lage, Daten aus physikalischen Versuchen wissenschaftlich zu analysieren und kritisch zu bewerten, ihre Ergebnisse in geeigneter Form zu präsentieren und in einer Diskussion zu verteidigen.
Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Kumulativ

Modulname	Modulkürzel	
E1: Schlüsselqualifikationen III	PHYSIK-B6-E13	
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel	
Seminar Projektplanung und Präsentation	ProPrä	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-E11, PHYSIK-B3-E12

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	90 h	120 h	4

Lehrform
Seminar
Lernziele
Die Studierenden sind in der Lage sich in ein physikalisches Thema einzuarbeiten, relevante Daten zu recherchieren, zu analysieren und kritisch einzuordnen. Sie sind fähig, wissenschaftliche Ergebnisse in angemessener Form zu präsentieren und zu diskutieren.
Inhalte
Die Teilnehmer halten einen Vortrag zu einem physikalischen Thema aus dem Bereich der theoretischen oder experimentellen Physik. Einzelthemen, Anforderungen und Umfang werden zu Beginn der Veranstaltung spezifiziert. Zu leisten sind die Erarbeitung der wesentlichen Aussagen unter Ausnutzung der Recherchemöglichkeiten in wissenschaftlichen Datenbanken, die Umsetzung der Ergebnisse in eine Präsentation, die Darstellung in Form eines wissenschaftlichen Vortrags mit anschließender Diskussion der Ergebnisse und der Präsentation.
Studien-/Prüfungsleistung
Ausarbeitung und Präsentation eines wissenschaftlichen Vortrages und einer schriftlichen Zusammenfassung.
Literatur
Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung

E2: Allgemeinbildende Grundlagen

Modulname		Modulkürzel
Allgemeinbildende Grundlagen: Chemie		PHYSIK-B1-E21
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Chemie		Chemie
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1	30 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Einführung in die Chemie (Allgemeine Chemie)	6	150	5
II	Praktikum Allgemeine Chemie	5	110	3
III				
IV				
Summe		11	260	8
Lernziele des Moduls				
Einführung in Grundkonzepte der Chemie. Erklärung von Stoffeigenschaften und chemischen Vorgängen auf molekularer Ebene.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
2-stündige Klausur am Ende des 1. Semesters und bewertete Übungsaufgaben: mindestens 60% der Punkte bei den Übungsaufgaben (V + Ü); Antestate (30%), praktisches Arbeiten im Labor (10 %), Protokollierung im Laborjournal (10%), 1-stündige Praktikumsabschlussklausur (50%)				

Modulname	Modulkürzel	
Allgemeinbildende Grundlagen: Chemie	PHYSIK-B1-E21	
Veranstaltungsnamen	Veranstaltungskürzel	
Einführung in die Chemie (Allgemeine Chemie)	EChem	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Chemie	Chemie	Chemie

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch	Abitur	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	60 h	150 h	5
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Einführung in Grundkonzepte der Chemie. Erklärung von Stoffeigenschaften und chemischen Vorgängen auf molekularer Ebene. Basierend auf chemischem Grundwissen und –verständnis sollen Anwendungsaspekte verständlich gemacht werden.				
Inhalte				

- Beschreibung von stofflichen Zuständen
- Methoden der Stofftrennung
- Chemische Elemente
- Stoffmengenbegriff und Stöchiometrie
- Atomaufbau, Atomeigenschaften, Periodensystem der Elemente
- Prototypen der chemischen Bindung und Modelle zu deren Beschreibung
- Grundlagen der Kinetik chemischer Reaktionen
- Grundlagen der Thermodynamik chemischer Reaktionen
- Säure-Base-Reaktionen (Protonentransfer-Gleichgewichte)
- Redox-Reaktionen (Elektronentransfer-Gleichgewichte)
- Grundlagen und Anwendungen der Elektrochemie
- Exemplarische Behandlung chemischer Reaktivitäten: Erarbeitung von Reaktivitätstrends vor dem Hintergrund des Periodensystems
- Wasserstoffverbindungen: Bindungsvielfalt und Reaktivitätsmuster
- Halogene, Prototypen von Nichtmetallen: typische Reaktivitäten ausgewählter Halogenverbindungen
- Ausgewählte Alkali- und Erdalkalimetalle: wichtige Verbindungen und Verbindungseigenschaften
- Gruppe 14: der Übergang von Nichtmetallen zu Metallen; u. a. kurze Einführung in wichtige organische Stoffklassen und Polymere

Studien-/Prüfungsleistung

Bewertete Übungsaufgaben: mindestens 60 % der Punkte der Übungsaufgaben (V + Ü); 2-stündige Klausur am Ende des 1. Semesters

Literatur

Charles E. Mortimer, Ulrich Müller, Chemie - Das Basiswissen der Chemie, 8. Aufl., Thieme, Stuttgart, 2003; UB: 35 UNP 1437

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname				Modulkürzel
Allgemeinbildende Grundlagen: Chemie				PHYSIK-B1-E21
Veranstaltungename				Veranstaltungskürzel
Praktikum Allgemeine Chemie				PrChem
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Dozenten der Chemie		Chemie		Chemie
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
2	SS	Deutsch	EChem inkl. Prüfungsleistungen	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
5	75 h	35 h	110 h	3
Lehrform				
Experimentelles Praktikum				
Lernziele				
Einführung in den sicheren Umgang mit Chemikalien (Gefahrstoffen) und die sachgerechte Entsorgung von Laborabfällen, Kenntnis der Funktion und korrekte Handhabung einfacher Laborgeräte einschließlich des sachgemäßen Aufbaus von Standardlaborglasapparaturen, Praktische Erfahrung von Grundbegriffen anhand von typischen Experimenten.				

Inhalte
<ul style="list-style-type: none">• Sicheres Arbeiten im chemischen Labor• Umgang mit Laborabfällen• Verhalten bei Gefahren im Labor• Dokumentieren von Versuchen im Laborjournal• Chemische Grundoperationen: Wägen, Volumenmessung, Stofftrennung (Filtrieren, Kristallisieren, Sublimieren, Destillieren)• Qualitative Bestimmung von Stoffeigenschaften, z.B. Löslichkeit, Hydrolyseverhalten, Pufferwirkung, Verhalten von Metallen gegenüber Wasser, Säuren und Basen• Analytische Grundoperationen zur Stoffidentifizierung: Gravimetrie, Komplexometrie, volumetrische Säure-Base- und Redox-Bestimmungen• Synthesen
Studien-/Prüfungsleistung
Antestate (30%), praktisches Arbeiten im Labor (10%), Protokollierung im Laborjournal (10%), 1-stündige Praktikumsabschlussklausur (50%)
Literatur
Praktikumsskript mit Versuchsanleitungen Gerhart Jander, Ewald Blasius, Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie, 14. Aufl., S. Hirzel, Stuttgart, 1995; UB: 35 UNP 1209
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik		PHYSIK-B1-E22
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Informatik		Informatik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1. oder 2.	15 oder 30 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Grundlegende Programmietechniken	3	120	4
II	Fortgeschrittene Programmietechniken	3	120	4
III	Rechnernetze- und Kommunikationssysteme	3	120	4
IV	Sicherheit in Kommunikationsnetzen	3	120	4
V	Software-Technik	6	240	8
VI	Datenstrukturen und Algorithmen	6	240	8
Summe		6	240	8

Lernziele des Moduls
Erwerb von Kenntnissen und Fertigkeiten in den Grundlagen der Informatik. Aus den o. g. Lehrveranstaltungen sind Lehrveranstaltungen im Gesamtumfang von 8 ECTS-Credits zu wählen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Kumulativ aus den Studien-/Prüfungsleistungen in den einzelnen Lehrveranstaltungen

Modulname	Modulkürzel
Programmiertechnik Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-PRT PHYSIK-B1-E22 (Physik)
Modulverantwortlicher	Fachbereich/Abteilung
Prof. Dr. Wolfgang Hoeppner	Informatik
Verwendung in Studiengang	
• Bachelor Angewandte Informatik, Bachelor-Studiengang Physik	

Studienjahr	Dauer in Semestern	Modultyp
1	2	Pflichtmodul

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
	Inhaltlich Voraussetzung für die Veranstaltung "Fortgeschrittene Programmiertechniken": - Veranstaltung „Grundlegende Programmiertechniken“ - UML aus der Veranstaltung „Modellierung“,

Nr.	Module, semesterbezogen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Grundlegende Programmiertechniken	1	3	120	4
2	Fortgeschrittene Programmiertechniken	2	3	120	4
Summe		6	240		8

Beschreibung
Das Modul „Programmiertechnik“ führt die Programmiersprache Java als moderne, objektorientierte Programmiersprache ein. Im ersten Teil des Moduls werden die grundlegenden Sprachkonstrukte und das objektorientierte Paradigma besprochen. Hierauf aufbauend werden im zweiten Teil komplexere Sprachelemente und Application Programming Interfaces (APIs) besprochen, die in vielen Anwendungsbereichen zum Einsatz kommen.
Ziele
Die Studierenden lernen exemplarisch am Beispiel einer modernen, objektorientierten Sprache die Konzepte und Techniken des Programmierens kennen und können eigenständig wesentliche Algorithmen und Datenstrukturen umsetzen. Sie beherrschen aktuelle Entwicklungsmethoden und –umgebungen und können diese für komplexe abr begrenzte Entwicklungsaufgaben einsetzen. Gleichzeitig besitzen sie Kenntnisse über bewährte Entwurfsmuster und wenden diese im Systementwurf an.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Modul-Gesamtklausur

Modulname	Modulkürzel
Programmiertechnik Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-PRT PHYSIK-B1-E22 (Physik)
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Grundlegende Programmietechniken	b-gpt
Lehrende	Fachbereich/Abteilung
Prof. Dr. Wolfgang Hoeppner	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1	WS	deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
3	45	75	120	4

Lehrform
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Lernziele
Die Studierenden sollen die Konzepte einer modernen, objektorientierten Programmiersprache kennen und anwenden lernen. Sie sollen dem Problem angemessene Datenstrukturen und Programmkonstrukte wählen, beurteilen und verwenden können. Ausgehend von den elementaren Sprachkonstrukten sollen die Studierenden in der Lage sein, kleinere Problemstellungen in einen Algorithmus zu überführen und in Java zu implementieren. Hierbei sollen die Studierenden lernen, den Standards und Konventionen entsprechenden, verständlichen und gut dokumentierten Quellcode zu erzeugen.
Beschreibung
Anhand der Programmiersprache Java werden grundlegende Programmietechniken in einer objektorientierten, modernen Sprache besprochen. Inhalte im Einzelnen: - Einführung und grundlegende Struktur von Programmen - Lexikalische Elemente, Datentypen und Variablen, Ausdrücke und Anweisungen - Objektorientierte Programmierung: Klassen, Methoden, Vererbung, Interfaces, Abstrakte Klassen - Standard und Utilityklassen - Generische Datentypen – Anwendung von Standardtypen - Ausnahmebehandlung - Ein- und Ausgabe mittels Streams - Graphische Oberflächen (Einführung) - Einführung - Ereignisbehandlung - Anwendung der JSDK Utility Programme (Javadoc etc.).
Studien-/Prüfungsleistung
Testat (praktische Aufgabe) sowie Teil der Gesamt-Klausurarbeit über das Modul "Programmiertechnik" am Ende des 2. Semesters
Literatur
- Judith Bishop: Java lernen. 2. Auflage, Pearson Studium - Guido Krüger: Handbuch der Java-Programmierung. 4. Auflage. Addison-Wesley, 2004 - Christian Ullensboom: Java ist auch eine Insel. 5. Auflage, Galileo Computing, 2005 - Sun JSDK und zugehörige Tutorials

Modulname	Modulkürzel
Programmiertechnik Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-PRT PHYSIK-B1-E22 (Physik)
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Fortgeschrittene Programmietechniken	b-fpt
Lehrende	Fachbereich/Abteilung
Prof. Dr. Wolfgang Hoeppner	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	deutsch	Veranstaltung "Grundlegende Programmietechniken"

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
3	45	75	120	4

Lehrform
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Lernziele
Die Studierenden sollen die in der Veranstaltung des ersten Semesters erlernten Konzepte vertiefen und auf komplexere Fragestellungen anwenden können. Hierbei sollen sie die in der Veranstaltung "Modellierung" erlernten Techniken, wie z.B. UML an konkreten Fragestellungen einsetzen. Die Studierende sollen weiterführende Sprachelemente und APIs verstehen und anwenden können, die sie in die Lage versetzen, größere Anwendungen, z.B. im Netzwerk- und Datenbankbereich erfolgreich zu implementieren.
Beschreibung
Aufbauend auf die grundlegenden Programmietechniken aus der Veranstaltung des 1. Semesters werden weiterführende Sprachelemente und komplexere APIs besprochen und anhand von komplexeren Fragestellungen angewendet. Hierbei kommen Modellierungstechniken, wie z.B. UML zum Einsatz. Inhalte im Einzelnen: - Nebenläufige Programmierung mittels Threads - Objektserialisierung - Erweiterte graphische Benutzeroberflächen, Entwurfsmuster, Model-View-Controller Prinzip - Generische Datentypen (Definition und Konzeption) - Datenbankanbindung mittels JDBC - Einführung in die Netzwerkprogrammierung - Verteilte Programmierung mittels Remote Method Invocation (RMI) - Applets und Servlets.
Studien-/Prüfungsleistung
Testat (praktische Aufgabe) sowie Teil der Gesamt-Klausurarbeit über das Modul "Programmiertechnik" am Ende des 2. Semesters
Literatur
- Judith Bishop: Java lernen. 2. Auflage, Pearson Studium - Guido Krüger: Handbuch der Java-Programmierung. 4. Auflage. Addison-Wesley, 2004 - Christian Ullensboom: Java ist auch eine Insel. 5. Auflage, Galileo Computing, 2005 - Sun JSDK und zugehörige Tutorials

Modulname	Modulkürzel
Rechnernetze und Sicherheit	B-RSI
Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	PHYSIK-B1-E22 (Physik)
Modulverantwortlicher	Fachbereich/Abteilung
Prof. Dr. rer. nat. Wolfram Luther	Informatik
Verwendung in Studiengang	
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelor Angewandte Informatik, Bachelor-Studiengang Physik 	

Studienjahr	Dauer in Semestern	Modultyp
2	2	Pflichtmodul
Voraussetzungen laut PO		Empfohlene Voraussetzungen

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Rechnernetze und Kommunikationssysteme	3	3	120	4
2	Sicherheit in Kommunikationsnetzen	4	3	120	4
Summe		6	240		8

Beschreibung
Das Modul "Rechnernetze und Sicherheit" umfasst die Veranstaltungen "Rechnernetze und Kommunikationssysteme" und "Sicherheit in Kommunikationsnetzen". Das Modul baut auf dem Modul "Rechnersysteme" auf und bereitet die Veranstaltung Betriebssysteme vor. Es führt in die Rechnerkommunikation anhand von Schichtenmodellen ein und stellt gängige Komponenten, Protokollfamilien, Dienste und Standards vor. Aufbauend auf den Grundfunktionalitäten einer zuverlässigen Kommunikation rücken dann Sicherheitsaspekte in den Vordergrund. Sie umfassen die Grundlagen der Kryptologie, bauen die Begrifflichkeiten wie Sicherheit, Vertraulichkeit, Authentikation anhand formaler oder beschreibender Modelle auf und wenden die Konzepte im Kontext von Rechtsvorschriften, Standardisierungen in modernen Rechner- und Kommunikationsarchitekturen aus der Sicht des Nutzers wie auch des Systemverwalters an.

Ziele
Die Studierenden gewinnen ein grundlegendes Verständnis der Rechnerkommunikation anhand von Schichtenmodellen, sie ordnen physikalische und logische Komponenten, wie z. B. Adressen, sowie Dienste den Schichten zu, kennen wichtige Zugangsstandards und Protokollfamilien und ihre Bedeutung für den Datenaustausch. Weiterhin verstehen sie die unterschiedlichen Aspekte von Sicherheit bei Informations- und Kommunikationssystemen. Sie können die erlernten Begrifflichkeiten in umfangreichen Sicherheitsarchitekturen einordnen, beherrschen grundlegende Sicherheitsaspekte beim Zugang zu Rechenanlagen und sind mit wichtigen Softwareanomalien und notwendigen Schutzmaßnahmen vertraut. Schließlich können sie Erweiterungen von Netzwerkprotokollen um Sicherheits- und Vertraulichkeitseigenschaften analysieren und Schutzmaßnahmen zur Sicherung des geistigen Eigentums in Einklang mit den rechtlichen Grundlagen beurteilen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Modul-Gesamtprüfung oder Einzel-Prüfungen

Modulname	Modulkürzel
Rechnernetze und Sicherheit Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-RSI PHYSIK-B1-E22 (Physik)
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Rechnernetze und Kommunikationssysteme	b-rks
Lehrende	Fachbereich/Abteilung
Prof. Dr. rer. nat. Wolfram Luther	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
3	WS	deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
3	45	75	120	4

Lehrform
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Lernziele
Die Studierenden begreifen Rechnerkommunikation anhand von Schichtenmodellen, sie ordnen physikalische und logische Komponenten, wie z. B. Adressen, sowie Dienste den Schichten zu, kennen wichtige Zugangsstandards und Protokollfamilien und ihre Bedeutung für den Datenaustausch. Sie identifizieren verschiedene Kommunikationsformen in den betrachteten Architekturen, die bereitgestellten Dienste und verstehen ihr Zusammenspiel zur Gewährleistung eines Informationsflusses im Rahmen von Qualitätszusicherungen.
Beschreibung
Die Veranstaltung behandelt Hardwaregrundlagen für Rechnernetze, Technologien zur Paketübertragung, Schichtenmodell und Protokolle, Netzwerkanwendungen. Inhalt im Einzelnen: - Hardwaregrundlagen für Rechnernetze (Übertragungsmedien, Übertragungskomponenten, Topologien) - Technologien zur Paketübertragung (Zugriffsstandards, Ethernet, 10Base2, 10Base5, 10BaseT, 100BaseTX/FX, Gigabit-Ethernet, FDDI, ATM, Wireless-LAN, DSL-Techniken) - Schichtenmodell und Protokolle (Protokollfamilie TCP/IP, wichtigste Dienstprotokolle, IPv6, IPsec etc.) - Netzwerkanwendungen (Client/Server Interaktion, Sockets, Dienste im Internet wie DNS, FTP, WWW etc.)
Studien-/Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung im Rahmen des Moduls "Rechnernetze und Sicherheit"
Literatur
- A. Tanenbaum: Computernetzwerke, 3. Auflage, Pearson Studium 2000 - J. Kurose, K. Ross: Computernetze, Pearson Studium 2002

Modulname	Modulkürzel
Rechnernetze und Sicherheit Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-RSI PHYSIK-B1-E22 (Physik)
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Sicherheit in Kommunikationsnetzen	b-skn
Lehrende	Fachbereich/Abteilung
Prof. Dr. rer. nat. Wolfram Luther	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
4	SS	deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
3	45	75	120	4

Lehrform
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Lernziele
Die Studierenden lernen die verschiedenen Facetten des Begriffs Sicherheit kennen. Ausgehend von Verfahren zur Generierung von Schlüsseln und Signaturen beherrschen sie den Ablauf von Kommunikationsprotokollen und sind mit den Begriffsbildungen zum Zero Knowledge Proof vertraut. Sie identifizieren die erlernten Begrifflichkeiten in umfangreichen Sicherheitsarchitekturen, beherrschen grundlegende Sicherheitsaspekte beim Zugang zu Rechenanlagen und sind mit wichtigen Softwareanomalien und notwendigen Schutzmaßnahmen vertraut. Schließlich analysieren sie Erweiterungen von Netzwerkprotokollen um Sicherheits- und Vertraulichkeitseigenschaften und beurteilen Schutzmaßnahmen zur Sicherung des geistigen Eigentums in Einklang mit den rechtlichen Grundlagen.
Beschreibung
Die Veranstaltung behandelt grundlegende Technologien, Protokolle, Architekturen, Subsysteme für die Sicherheit in Kommunikationsnetzen. Inhalte im Einzelnen: - Grundlagen der Kryptographie - Symmetrische und asymmetrische Verfahren – Hash-Funktionen - Digitale Signaturen – Authenti-kations- und Schlüsselaustauschprotokolle - Zero-Knowledge Proofs – Sicherheitsmanagement Schlüsselverwaltung - Zugangs- und Zugriffskontrollen - Sicherheitsarchitekturen, Kerberos etc. - Softwareanomalien und Manipulationen Schutzmassnahmen - Sicherheit in offenen Systemen, LAN und WAN, Internet IPSec - Copyrightaspekte, Pay-TV und DVD - Digitale Wasserzeichen.
Studien-/Prüfungsleistung
Mündliche Modulprüfung
Literatur
- Bruce Schneier: Angewandte Kryptographie. Pearson Studium 2006 - G. Schäfer: Netzsicherheit. dpunkt.verlag, 2003 - Aktuelle Internetliteratur

Modulname	Modulkürzel
Software-Technik Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-SWT PHYSIK-B1-E22(Physik)
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Software-Technik	b-swt
Lehrende	Fachbereich/Abteilung
Prof. Dr. rer. nat. Maritta Heisel	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
3	WS	deutsch	Modul "Programmiertechniken", sowie Veranstaltungen "Modellierung (UML)", "Datenstrukturen und Algorithmen"

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
6	90	150	240	8

Lehrform
Vorlesung (4 SWS) und Praktikum (2 SWS)
Lernziele
Die Studierenden können den Unterschied zwischen Softwareentwicklung und Programmierung erklären und verschiedene Vorgehensmodelle und Phasen der Softwareentwicklung erläutern. Sie sind in der Lage, Prinzipien der Objektorientierung zu benennen und zu erklären und können objektorientierte Software systematisch nach einem gegebenen Prozess entwickeln. Weiterhin können sie unterschiedliche Software-Qualitätssicherungstechniken erklären und sind in der Lage, Software systematisch zu testen.
Beschreibung
Die Veranstaltung vermittelt verschiedene Vorgehensmodelle und die Phasen der Software-Entwicklung, die Prinzipien der Objektorientierung bei Programmierung und Software-Entwicklung, systematisches Testen von Software, sowie Qualitätssicherungstechniken. In einem begleitenden Praktikum werden die vorgestellten Konzepte beispielhaft angewendet. Inhalte im Einzelnen: - Motivation: Unterschied zwischen Programmierung im Kleinen und Softwareentwicklung im Großen, Erfolgsfaktoren für Softwareprojekte - Software-Prozessmodelle - Analysephase (Terminologie, insbes. Anforderungen versus Spezifikationen, Ableitung von Spezifikationen aus Anforderungen und Domänenwissen, Zerlegung komplexer Probleme in einfache Unterprobleme, Problem Frames als Muster für einfache Softwareentwicklungsprobleme) - Prinzipien der Objektorientierung - Objektorientierter Softwareentwicklungsprozess (Fusion) unter Verwendung von UML (Modelle und Notationen für die Analyse, Modelle und Notationen für den Entwurf, Umsetzung des Entwurfs in eine objektorientierte Implementierung) - Architektur- und Entwurfsmuster - Testen - Weitere Techniken zur Qualitätssicherung, darunter Metriken, Inspektionen.
Studien-/Prüfungsleistung
Schriftliche Klausur oder mündliche Prüfung
Literatur
- H. Balzert: Lehrbuch der Softwaretechnik, 2 Bände, Spektrum-Verlag. - I. Sommerville: Software Engineering, Addison-Wesley. - S. L. Pfleeger: Software Engineering, Prentice-Hall, 2001. - M. Jackson: Problem Frames. Analyzing and structuring software development problems, Addison-Wesley, 2001.

- M. Jeckle, et al.: UML 2 glasklar.
- D. Coleman, et al.: Object-Oriented Development (The Fusion Method), Prentice-Hall, 1994.
- E. Gamma, et al.: Design Patterns, Addison Wesley, 1995.
- P. Liggesmayer: Software-Qualität, Spektrum, 2002.

Modulname	Modulkürzel
Datenstrukturen und Algorithmen Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	M-DAS PHYSIK-B1-E22 (Physik)
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Datenstrukturen und Algorithmen	b-dsa
Lehrende	Fachbereich/Abteilung
Prof. Dr.-Ing. Norbert Fuhr	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	deutsch	Veranstaltung "Grundlegende Programmietechniken"

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
6	90	150	240	8

Lehrform
Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Lernziele
Die Studierenden können die Bedeutung von Datenstrukturen und Algorithmen erläutern und einordnen. Sie sind in der Lage, wichtige Datenstrukturen und Algorithmen zu benennen und ihre Eigenschaften zu erklären-. Sie können problemadäquate Datenstrukturen und Algorithmen auswählen, spezifizieren und implementieren.
Beschreibung
Die Veranstaltung stellt das Konzept der Abstrakten Datentypen vor, führt die wichtigsten Beispiele von Abstrakten Datentypen ein und zeigt deren Anwendung/Handhabung im Rahmen der Behandlung von wichtigen grundlegenden Algorithmen. Inhalte im Einzelnen: - Konzept der Abstrakten Datentypen - Notation zur Spezifikation von Abstrakten Datentypen und Algorithmen - Bedeutung von Vor- und Nachbedingungen - Wichtige Abstrakte Datentypen (Listen, Keller, Schlangen, Mengen, Binäräbäume, ausgewogene Bäume, B-Bäume, Graphen, Hash-Tabellen) - Implementierung von Abstrakten Datentypen - Wichtige Klassen von Algorithmen (Divide-and-Conquer-Algorithmen, Such- und Sortieralgorithmen, Graphalgorithmen, Greedy-Algorithmen, Optimierungsalgorithmen).
Studien-/Prüfungsleistung
Schriftliche Klausurarbeit oder mündliche Prüfung
Literatur
- Robert Sedgewick: Algorithms, Addison Wesley, 1998 - Bertrand Meyer: Object-Oriented Software Construction, Prentice Hall, 1997 - sowie andere Literatur zu diesem Thema gemäß Mitteilung in Veranstaltung

Studien-/Prüfungsleistung
Klausurarbeit mit einer Dauer von 60 Minuten.
Literatur
<ul style="list-style-type: none">- U. Tietze und Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin, Springer-Verlag, 12. Auflage, 2002- B. Morgenstern: Elektronik I: Bauelemente, Elektronik II: Schaltungen, Elektronik III: Digitale Schaltungen und Systeme, Braunschweig, Vieweg-Verlag, 1997- J. Bermeyer: Grundlagen der Digitaltechnik, Carl-Hauser-Verlag, 2001.- P.E. Allen und D.R. Holberg: CMOS Analog circuit design, Oxford University Press, 2. Auflage, 2002.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
http://www.uni-duisburg.de/FB9/MES/

Modulname		Modulkürzel
Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik 1		b-el1 PHYSIK-B3-E24 (Physik)
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Elektrotechnik		Ingenieurwissenschaften
Verwendung in Studiengängen	Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik Bachelor NanoEngineering Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
2	30 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Elektronische Bauelemente	3	110	4
II	Grundlagen elektronischer Schaltungen	3	110	4
III				
IV				
Summe		6	220	8

Lernziele des Moduls

Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden Konzepte elektronischer Bauelemente zu verstehen, die Abhängigkeiten von technologischen Größen abzuschätzen und die Grundlagen der elektronischen Schaltungstechnik anzuwenden.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.

Modulname				Modulkürzel
Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik 1				b-el1 PHYSIK-B3-E24 (Physik)
Veranstaltungename				Veranstaltungskürzel
Elektronische Bauelemente				EB
Lehrende		Fach		
Prof. Dr. rer. nat. Franz-Josef Tegude		Halbleitertechnik/Halbleitertechnologie		
Semester		Sprache		Voraussetzungen
3	WS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	65 h	110 h	4
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden Konzepte elektronischer Bauelemente zu verstehen und die Abhängigkeiten von technologischen Größen abschätzen zu können.				
Inhalte				
Ausgehend von der MOS-Grundstruktur werden zunächst MOS-Kondensatoren, Ladungsgekoppelte Bauelemente (CCD) sowie MOS-Feldeffekttransistoren behandelt. Ebenso werden die Grundlagen von MESFET, JFET und Heterostruktur-FET (HFET), hergestellt auf III/V-Halbleiterschichten, erarbeitet, sowie die DC-Kennlinien dieser Bauelemente hergeleitet. Bipolare Bauelemente, pn-Dioden, npn- bzw. pnp-Transistoren, und spezielle Bauteile wie Tunnel- und Zenerdioden werden behandelt. Aus dem Großsignalverhalten werden die verschiedenen Kleinsignalersatzschaltbilder der unipolaren- sowie bipolaren Bauelemente hergeleitet.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Schriftliche Klausur, 120 Minuten. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.				
Literatur				

- | |
|--|
| 1 F.J.Tegude, Festkörperelektronik, Skript zur Vorlesung, Universität Duisburg - Essen, 2004 |
| 2 K.-H. Rumpf, K.Pulvers, Elektronische Halbleiterbauelemente – Vom Transistor zur VLSI-Schaltung, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, ISBN 3-7785-1345-1, 1987 |
| 3 K.Bystron, J.Borgmeyer, Grundlagen der Technischen Elektronik, Carl Hanser Verlag, München Wien, Studienbücher, ISBN 3-446-15869-3, 1990 |
| 4 R.S. Muller, T.I.Kamins, Device Electronics for Integrated Circuits, John Wiley & Sons, 1986, ISBN 0-471-88758-7 |
| 5 H.Tholl, Bauelemente der Halbleiterelektronik, B.G.Teubner, Stuttgart, 1978, II, Teil 2, ISBN 3-519-06419-7 |
| 7 M.Shur, GaAs Devices and Circuits, Plenum Press, Microdevices: Physics and Fabrication Technologies, New York 1987, ISBN 0-306-42192-5 |

Weitere Informationen zur Veranstaltung
http://www.hlt.uni-duisburg-essen.de/

Modulname				Modulkürzel
Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik 1				b-el1 PHYSIK-B3-E24 (Physik)
Veranstaltungename				Veranstaltungskürzel
Grundlagen elektronischer Schaltungen				GES
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Prof. Ph.D. Bedrich Hosticka		Mikroelektronische Systeme		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
4	SS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	65 h	110 h	4
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden kennen die Grundlagen der elektronischen Schaltungen können sie anwenden.				
Inhalte				

I. Grundlagen der Schaltungstechnik:

- Analysemethoden für elektronische Schaltungen: Netzwerktransformation, nützliche Theoreme
- Arbeitspunkteinstellung und Kleinsignalbetrieb: Begriff des Arbeitspunktes, Linearisierung, Arbeitspunkt, Kleinsignalanalyse

II. Verstärker und Rückkopplung:

- elementare Grundschaltungen für Verstärker: Verstärkerstufen, Differenzverstärker, Impedanzwandler, Stromquellen, Stromspiegel, Phasenaddierstufen, Ausgangsstufen
- Rückkopplung und Stabilität: Mitkopplung und Gegenkopplung, Ringverstärkung und Betriebsverstärkung, Bodediagramm, Nyquist-Kriterium, Phasen- und Amplitudenrand
- Operationsverstärker: Idealer Operationsverstärker, realer Operationsverstärker, praktische Beispiele, Kenndaten
- Frequenzgangkompensation: Dominante Pole, Lead-Lag-Kompensation, Pol-Nullstellen-Kompensation
- lineare Signalverarbeitung mit Operationsverstärkern: invertierender und nicht-invertierender Verstärker, Addierer, Subtrahierer, Integrator, Differenzierer, Strom- und Spannungsquellen
- nichtlineare Schaltungen mit Operationsverstärkern: Komparatoren, Schmitt-Trigger, Gleichrichter, Begrenzer, Logarithmierer, Multiplizierer
- Oszillatoren und Kippschaltungen: Multivibratoren, Sinusgeneratoren, Funktionsgeneratoren

III. Grundlagen der digitalen Schaltungstechnik:

- kombinatorische Logik, Gatter und Logikfamilien: Inverter und Grundgatter, TTL, ECL, CMOS-Logik
- Flip-Flops und Speicher: RS-Flip-Flop, MS-Flip-Flop, Aufbau von Speichern
- synchrone Schaltwerke und Automaten: systematischer Entwurf sequentieller synchroner Schaltungen
- Systementwurf und Timing: Einführende Bemerkungen zum hierarchischen Entwurf, Partitionierung und Taktversorgung

Studien-/Prüfungsleistung
Klausurarbeit mit einer Dauer von 60 Minuten.
Literatur
<ul style="list-style-type: none">- U. Tietze und Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin, Springer-Verlag, 12. Auflage, 2002- B. Morgenstern: Elektronik I: Bauelemente, Elektronik II: Schaltungen, Elektronik III: Digitale Schaltungen und Systeme, Braunschweig, Vieweg-Verlag, 1997- J. Bermeyer: Grundlagen der Digitaltechnik, Carl-Hauser-Verlag, 2001.- P.E. Allen und D.R. Holberg: CMOS Analog circuit design, Oxford University Press, 2. Auflage, 2002.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
http://www.uni-duisburg.de/FB9/MES/

Modulname	Modulkürzel		
Allgemeinbildende Grundlagen: Wirtschaftswissenschaften			PHYSIK-B1-E23
Modulverantwortliche/r			Fachbereich
E. Amann			Wirtschaftswissenschaften
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	30 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Vorkurs Mathematik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Einführung in die Wirtschaftswissenschaften I	6	270	9
II				
III				
IV				
Summe		6	270	9
Lernziele des Moduls				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Siehe Lehrveranstaltung				

Modulname	Modulkürzel			
Allgemeinbildende Grundlagen: Wirtschaftswissenschaften			PHYSIK-B1-E23	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Einführung in die Wirtschaftswissenschaften I			EWiWi	
Lehrende	Fach		Lehreinheit	
Dozenten des FB Wirtschaftswissenschaften	Wirtschaftswissenschaften		Wirtschaftswissenschaften	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	deutsch	Vorkurs Mathematik	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	180 h	270 h	9
Lehrform				

Vorlesung (2+2) und Übung (2)
Lernziele
Inhalte
Einführung in die Volkswirtschaftslehre (2 V + 2 Ü), Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre
Studien-/Prüfungsleistung
Die Veranstaltung wird vorlesungsbegleitend geprüft, wobei einzelne Teile des Moduls getrennt bewertet werden und jede Teilprüfung bestanden werden muss.
Literatur
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung		b-nca PHYSIK-B3-E25 (Physik)
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Elektrotechnik		Ingenieurwissenschaften
Verwendung in Studiengängen	Bachelor NanoEngineering Bachelor of Science Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
2	30 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Nanocharakterisierung 1	3	90	3
II	Nanocharakterisierung 2	3	90	3
III	Praktikum Nanocharakterisierung	2	60	2
IV				
Summe		8	240	8
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden sind sensibilisiert für die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an nanoanalytische Messverfahren gestellt werden. Sie beherrschen die wesentlichen Wechselwirkungen der eingesetzten Sonden (Elektronen, Photonen, Messspitzen) mit Nanostrukturen und Bauelementen. Sie können entscheiden, welche Analysemethode passend für die jeweilige Fragestellung und Spezifikation an die Messung geeignet ist.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.				

Modulname				Modulkürzel
Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung				b-nca PHYSIK-B3-E25 (Physik)
Veranstaltungename				Veranstaltungskürzel
Nanocharakterisierung 1				NCA1
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell		Werkstoffe der Elektrotechnik		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
3	WS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	45 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden kennen die wesentlichen Wechselwirkungen der eingesetzten Sonden (Elektronen, Messspitzen) mit den Nanostrukturen/Bauelementen und können daraus den Einsatz der vorgestellten nanoanalytischen Messverfahren ableiten. Sie sind sensibilisiert für die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an diese nanoanalytischen Messverfahren gestellt werden. Sie können aus der Art der Analyse (z.B. Topographie, Kristallstruktur, chemische Zusammensetzung) und der Spezifikation an die Messung (z.B. Ortsauflösung, geforderte Empfindlichkeit, untersuchtes Materialspektrum) entscheiden, welches Verfahren optimal geeignet ist.				
Inhalte				

Die Entwicklung von Nanostrukturen mit neuartigen funktionellen Eigenschaften verlangt Analysemethoden mit Ortsauflösung bis in den nm-Bereich. Im ersten Teil der Vorlesung werden Verfahren vorgestellt, die auf der Wechselwirkung von Elektronensonden mit den zu untersuchenden Nanostrukturen und Bauelementen basiert. Der zweite Teil behandelt als Beispiele für mechanische Sonden die Raster-Tunnel- und die Raster-Kraft-Mikroskopie.

Die Vorlesung ist folgendermaßen gegliedert:

- Elektronenmikroskope: Aufbau und Funktion, Wechselwirkungsprodukte
- Analyse von Topographie, Struktur und Zusammensetzung über Rasterelektronenmikroskopie (Sekundärelektronen, Rückgestreute Elektronen), Rastertransmissionselektronenmikroskopie (Hellfeld, Dunkelfeld, Z-Kontrast)
- Chemische Analyse von Oberflächen und Nanostrukturen im Elektronenmikroskop (Auger-Spektroskopie, EELS, Elektronenstrahlmikroanalyse)
- Charakterisierung von Kristallgittern und Oberflächen (RHEED, LEED, CBED)
- Analyse optischer Eigenschaften mit Kathodolumineszenz
- Rasterkraft- und Rastertunnelmikroskope: Aufbau, Funktion, Messtechniken
- Rastersondentechnik in der Analyse nanostrukturierter Bauelemente zur Bestimmung von Strömen, Spannungen, Kennlinien, elektronischen Eigenschaften

Dabei werden insbesondere auch die Leistungsfähigkeit, die physikalischen Grenzen und die Anwendungen der einzelnen Methoden auf aktuelle F&E-Fragestellungen diskutiert.

Studien-/Prüfungsleistung

Klausurarbeit mit einer Dauer von 120 Minuten

Literatur

- 1) M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994
- 2) L. Reimer, G. Pfefferkorn: Elektronenmikroskopie, Springer Verlag Berlin, 1999
- 3) S. Maganov, M.-H. Whangbo, Surface Analysis with STM and AFM, VCH Verlagsgesellschaften, 1996
- 4) M. Ohtsu, H. Hori, Near-field nano-optics, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999
- 5) Skript zur Vorlesung

Weitere Informationen zur Veranstaltung

<http://www.uni-due.de/wet/>

Modulname			Modulkürzel	
Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung			b-nca PHYSIK-B3-E25 (Physik)	
Veranstaltungename			Veranstaltungskürzel	
Nanocharakterisierung 2			NAC2	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell		Werkstoffe der Elektrotechnik	Elektrotechnik und Informationstechnik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
4	SS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	45 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Den Studierenden sind die grundlegenden Wechselwirkungen von Photonen mit Materie sowie wesentliche optische Eigenschaften von Halbleitern/Nanostrukturen vertraut. Sie können entscheiden, welche Verfahren zur Analyse spezifischer struktureller und optischer Eigenschaften der Nanostrukturen geeignet sind. Sie kennen die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an diese nanoanalytischen Messverfahren gestellt werden.				
Inhalte				
Die Entwicklung von Nanostrukturen mit neuartigen funktionellen Eigenschaften verlangt Analysemethoden mit Ortsauflösung bis in den nm-Bereich. Die Vorlesung knüpft an die Vorlesung „Nanoanalytik I“ an und behandelt Charakterisierungsverfahren, die auf der Wechselwirkung von Photonen mit der Materie beruhen. <ul style="list-style-type: none">• Strukturelle Analyse von Nanostrukturen (Röntgenbeugung)• Topographieanalyse mit Scanning Optical Microscopy• Chemische Analyse von Nanostrukturen und Oberflächen (XPS, RFA)• Optische Eigenschaften von Nanostrukturen/Halbleitern und ihre Analyse mit optischer (Laser-)Spektroskopie/SNOM• Optische Analyse von Nanostrukturen/Quantenobjekten mit zeitlich/räumlich hochauflösten spektroskopischen Verfahren Dabei werden insbesondere auch die Leistungsfähigkeit, die physikalischen Grenzen und die Anwendungen der einzelnen Methoden auf aktuelle F&E-Fragestellungen diskutiert.				

Studien-/Prüfungsleistung
Klausurarbeit mit einer Dauer von 120 Minuten.
Literatur
1) M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994
2) Bauer/Richter (eds.): Optical Characterization of Epitaxial Semiconductor Layers, Springer Verlag Berlin, 1996
3) W. Demtröder: Laserspektroskopie, Springer Verlag Berlin, 2004
4) Skript zur Vorlesung
Weitere Informationen zur Veranstaltung
http://www.uni-due.de/wet/

Modulname		Modulkürzel	
Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung		b-nca PHYSIK-B3-E25 (Physik)	
Veranstaltungename		Veranstaltungskürzel	
Praktikum Nanocharakterisierung		NCAP	
Lehrende		Fach	Lehreinheit
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell		Werkstoffe der Elektrotechnik	Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
4	SS	Deutsch	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand
2	30 h	30 h	60 h
ECTS-Credits			
2			
Lehrform			
Praktikum			
Lernziele			
Die Studierenden können ausgewählte, in den zugehörigen Vorlesungen besprochene, nanoanalytischen Messverfahren anwenden.			
Inhalte			
<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung der Raster-Elektronenmikroskopie in der Werkstoffcharakterisierung • Anwendung der Raster-Transmissionselektronen-Mikroskopie in der Charakterisierung von Nanostrukturen • Anwendung der Raster-Kraft-Mikroskopie zur elektrischen Charakterisierung von mikroelektronischen und optolektronischen Bauelementen • Anwendung der Raster-Kraft-Mikroskopie zur magnetischen Charakterisierung von Werkstoffen und mikroelektronischen Bauelementen • Einsatz der Laserstrahlmesstechnik zur Charakterisierung innovativer Materialien und Bauelemente 			
Studien-/Prüfungsleistung			
Antestat und schriftliches Versuchsprotokoll			
Literatur			
1) M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994			
2) L. Reimer, G. Pfefferkorn: Elektronenmikroskopie, Springer Verlag Berlin, 1999			
3) S. Maganov, M.-H. Whangbo, Surface Analysis with STM and AFM, VCH Verlagsgesellschaften, 1996			
4) M. Ohtsu, H. Hori, Near-field nano-optics, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999			
5) Skript zur Vorlesung			
Weitere Informationen zur Veranstaltung			
http://www.uni-due.de/wet/			

E3: Studium liberale

Modulname		Modulkürzel
E3: Studium liberale		PHYSIK-Bx-E3x
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Dozenten Universität Duisburg-Essen		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1/2		Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
	Lehrveranstaltungen aus dem Lehrangebot der Universität Duisburg-Essen		270	9
Summe			270	9

Lernziele des Moduls
Erweiterung der Allgemeinbildung

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Nachweis einer Studienleistung

Kompetenzbereich
NATURWISSENSCHAFTLICHE METHODEN

Modulname		Modulkürzel
Methodische Grundlagen der Naturwissenschaften		PHYSIK-B1-MN1
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1	30 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	Brückenkurs Mathematik / Physik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Grundlagen mathematischer Modellierung	4	120	4
II	Grundlagen der Datenverarbeitung	4	120	4
III				
IV				
Summe		8	240	8
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden sind in der Lage physikalische Sachverhalte mathematisch zu beschreiben, sie können physikalische Probleme mit analytischen Methoden lösen. Die Studierenden sind fähig, Rechner zur Lösung physikalischer Aufgaben einzusetzen. Sie kennen numerische Techniken und können diese in Programmieraufgaben umsetzen.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Prüfungen der Einzelveranstaltungen / Kumulativ aus Noten der Einzelveranstaltungen				

Modulname				Modulkürzel
Methodische Grundlagen der Naturwissenschaften				PHYSIK-B1-MN1
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel
Grundlagen mathematischer Modellierung				EinfTheo
Lehrende			Fach	Lehreinheit
Dozenten der Theoretischen Physik			Physik	Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch	Brückenkurs Mathematik / Physik	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
4	60 h	60 h	120 h	4
Lehrform				
Vorlesung + Übungen				
Lernziele				
Die Studierenden sind in der Lage physikalische Sachverhalte mathematisch zu beschreiben, sie können physikalische Probleme mit analytischen Methoden lösen.				
Inhalte				
Physikalische Größen und Dimensionsanalyse, Differenzieren, Taylorentwicklung, Integrieren, Bewegungsgleichungen, komplexe Zahlen, harmonischer Oszillatator (gedämpft, getrieben), Vektoren, lineare Funktionen von Vektoren (Skalarprodukt, Kreuzprodukt, Spatprodukt, Matrizen, Determinanten, Drehungen, Spiegelungen, Ableitungen von Vektoren), lineare Gleichungssysteme und Eigenwertprobleme, lineare Stabilitätsanalyse, Felder (Skalarfelder, partielle Ableitung, Vektorfelder, Feldlinien, Transformationsverhalten), Wegintegrale (Parametrisierung von Raumkurven, Bogenlänge, Tangentenvektor, Wirbel), Flächenintegrale (Parametrisierung von Flächen, Quellen und Senken), Volumenintegrale (Kugel-/Zylinderkoordinaten), Richtungsableitung (Gradient, vollständiges Differential, Nabla-Operator, Wirbelfreiheit von Potentialfeldern), Wirbeldichte (Satz von Stokes), Quellendichte (Satz von Gauss) .				
Studien-/Prüfungsleistung				
50 % der Übungspunkte und Klausur am Semesterende				
Literatur				
Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 1				
Grossmann: Mathematischer Einführungskurs für die Physik				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname			Modulkürzel	
Methodische Grundlagen der Naturwissenschaften			PHYSIK-B1-MN1	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Datenverarbeitung			ComPhys0	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
2	SS	Deutsch	Brückenkurs Mathematik / Physik	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
4	60 h	60 h	120 h	4
Lehrform				
Vorlesung + Rechnerpraktikum				
Lernziele				
Die Studierenden sind in der Lage, Rechner zur Lösung physikalischer Aufgaben einzusetzen. Sie kennen numerische Techniken und können diese in Programme umsetzen und auf physikalische Fragestellungen anwenden.				
Inhalte				
Hardware- und Software-Voraussetzungen der Datenverarbeitung (Rechnertypen und Funktionsweise, Netzwerke, Betriebssystem), Einführung in die Programmiersprachen C und MAPLE, Zahlendarstellung und Rundungsfehler, numerische Differentiation und Integration, Nullstellen- und Extremwertsuche, numerische Lösung von Bewegungsgleichungen, Datenanalyse, elementare Statistik, Fehlerfortpflanzung.				
Studien-/Prüfungsleistung				
50 % der Übungspunkte				
Literatur				
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname		Modulkürzel
Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften I		PHYSIK-B5-MN2
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
3	15 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	PHYSIK-B1-MN1	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsauf- wand in h	ECTS- Credits
I	Computersimulation	5	120	4
II				
III				
IV				
Summe		5	120	4

Lernziele des Moduls
Siehe Veranstaltung Computersimulation

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Siehe Veranstaltung Computersimulation

Modulname	Modulkürzel	
Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften I	PHYSIK-B5-MN2	
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel	
Computersimulation	ComPhys1	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-MN1

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
5 (2V+3RP)	75 h	45 h	120 h	4

Lehrform
Vorlesung + Rechnerpraktikum (RP)
Lernziele
Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten Methoden zur Simulation klassischer Vielteilchensysteme und Grundbegriffe der Statistischen Physik und können sie korrekt anwenden.
Inhalte
Molekulardynamik-Simulationen: Integrationsalgorithmen, Einstellung von Temperatur und Druck, Korrelationsfunktionen. Monte-Carlo-Simulationen: Zufallszahlengeneratoren, kinetische MC-Simulation, Fraktale, Finite-Size-Scaling, Isingmodell, Metropolis-Algorithmus, Parallelisierung.
Studien-/Prüfungsleistung
50 % der Punkte im Rechnerpraktikum
Literatur
D. P. Landau, K. Binder: A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics M. P. Allen, D. J. Tildesley: Computer Simulation of Liquids W. H. Press, et al: Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing R. Sedgewick: Algorithmen in C K. H. Hoffmann, M. Schreiber: Computational Physics
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften II		PHYSIK-B5-MN3
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Dozenten der Experimentellen Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
3	15 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
	PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B2-PR2	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Moderne Messmethoden der Physik	5	120	4
II				
III				
IV				
Summe		5	120	4

Lernziele des Moduls
Siehe Veranstaltung „Moderne Messmethoden der Physik“

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Siehe Veranstaltung „Moderne Messmethoden der Physik“

Modulname	Modulkürzel	
Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften I	PHYSIK-B5-MN3	
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel	
Moderne Messmethoden der Physik	Modmess1	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Experimentellen Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B2-PR2

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
5 (3V+2PR)	75 h	45 h	120 h	4

Lehrform
Vorlesung + Laborführungen
Lernziele
Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten experimentellen Methoden zur Charakterisierung physikalischer Phänomene und können sie korrekt anwenden.
Inhalte
Optische, magnetische und elektronische Spektroskopie mit Neutronen, Elektronen, Photonen und Atomen auf verschiedenen Energieskalen, Röntgenstrukturaufklärung, Chemische Analyse, Elektronenmikroskopie, Magnetometrie.
Studien-/Prüfungsleistung
Aktive Beteiligung, Übungsaufgaben bearbeitet
Literatur
Wird jeweils durch Aushang bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Die Studierenden erhalten einen Einblick in die aktuellen Forschungsthemen und Experimentiermöglichkeiten des Fachbereichs.

Kompetenzbereich
BACHELOR-ARBEIT

Modulname		Modulkürzel
Bachelor-Abschlussarbeit		PHYSIK-B6-BA
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Studiendekan der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
3	10 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
Mindestens 140 ECTS-Credits im Bachelor-Studiengang Physik (§16 Abs.2 PO)	Englischkenntnisse	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Bachelor-Arbeit		360	12
II				
III				
IV				
Summe			360	12

Lernziele des Moduls
Die Studierenden sind in der Lage eine physikalische Problemstellung nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie sind fähig ein Projekt zu managen und dessen Ergebnisse in schriftlicher Form zusammenzufassen. Sie können die wesentlichen Erkenntnisse in geeigneter Form präsentieren und in einer wissenschaftlichen Diskussion verteidigen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Bachelor-Arbeit

Modulname	Modulkürzel	
Bachelor-Abschlussarbeit	PHYSIK-B6-BA	
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel	
Bachelor-Arbeit	Bach	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
6	SS	Deutsch	Mindestens 140 ECTS-Credits im Bachelor-Studiengang Physik (\\$16 Abs.2 PO), Englischkenntnisse

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
			360 h	12

Lehrform
Die Bachelor-Abschlussarbeit ist eine Prüfungsarbeit, bei der die Studierenden innerhalb einer vorgegebenen Frist von 10 Wochen ein Problem selbstständig unter Anleitung mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten. Dokumentation und Präsentation (deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich, folgerichtig und kompetent darzustellen (§16 Abs.1 PO).
Lernziele
Die Studierenden sind in der Lage eine physikalische Problemstellung mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie sind fähig ein Projekt zu managen und dessen Ergebnisse in schriftlicher Form zusammenzufassen. Sie können die wesentlichen Erkenntnisse in geeigneter Form präsentieren und in einer wissenschaftlichen Diskussion verteidigen.
Inhalte
Je nach Ausrichtung der Arbeit.
Studien-/Prüfungsleistung
Das Modul besteht aus der Bachelor-Abschlussarbeit, die von zwei Prüferinnen oder Prüfern bewertet wird (§16 Abs.7 PO).
Literatur
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Die Bachelor-Arbeit wird von einer Hochschullehrerin oder einem Hochschullehrer oder einem Privatdozenten oder einer Privatdozentin betreut (§16 Abs.5 PO).