Universität Augsburg

Modulhandbuch

Nebenfach Physik im Bachelor Philosophie

Philologisch-Historische Fakultät

Sommersemester 2026

Die weiteren Verwendungsmöglichkeiten der Module in anderen Studiengängen können Sie im Digicampus einsehen.

Übersicht nach Modulgruppen

1) Kernfach Experimentalphysik - als Nebenfach in Philosophie (ECTS: 22 - 44)

Version 2 (seit SoSe22)

PHM-0001: Physik I (Mechanik, Thermodynamik) (8 ECTS/LP , Pflicht) 3

PHM-0003: Physik II (Elektrodynamik, Optik) (8 ECTS/LP , Pflicht) * 5

PHM-0011: Physikalisches Anfängerpraktikum (9 Versuche) (6 ECTS/LP , Pflicht) * 7

PHM-0005: Physik III (Atom- und Molekülphysik) (8 ECTS/LP , Wahlpflicht) 10

PHM-0006: Physik IV (Festkörperphysik) (8 ECTS/LP , Wahlpflicht) * 13

PHM-0007: Physik V (Kern- und Teilchenphysik) (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) 16

2) Kernfach Theoretische Physik - als Nebenfach in Philosophie (ECTS: 0 - 22)

Version 1 (seit WS16/17)

PHM-0015: Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1) (8 ECTS/LP , Wahlpflicht) * 18

PHM-0017: Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2) (8 ECTS/LP , Wahlpflicht) * 21

PHM-0126: Einführung in die theoretische Elektrodynamik (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) * 25

PHM-0128: Einführung in die theoretische Thermodynamik (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) * 27

3) Kernfach Mathematik - als Nebenfach in Philosopie (ECTS: 16)

Version 1 (seit WS16/17)

PHM-0033: Mathematische Konzepte I (8 ECTS/LP , Pflicht) 29

PHM-0034: Mathematische Konzepte II (8 ECTS/LP , Pflicht) * 32

Modul PHM-0001: Physik I (Mechanik, Thermodynamik) *Physics I (Mechanics, Thermodynamics)*	8 ECTS/LP

Version 2.1.0 (seit SoSe22)
Modulverantwortliche/r: Andreas Hörner
Prof. Dr. Jan Lipfert

Inhalte:
Mechanik:

1. Kinematik und Dynamik des Massenpunktes
2. Erhaltungsgrößen in der Mechanik
3. Massenpunktsysteme
4. Mechanik starrer Körper
5. Relativistische Mechanik
6. Mechanische Schwingungen und Wellen
7. Mechanik fester Körper, Flüssigkeiten, Gase

Thermodynamik

1. Temperatur, Wärme und der erste Hauptsatz der Thermodynamik
2. Kinetische Gastheorie
3. Entropie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik

Lernziele/Kompetenzen:
Fachlich:

- Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der klassischen Mechanik, von Schwingungen und Wellen in mechanischen Systemen und der Thermodynamik (Wärmelehre und statistische Deutung).

Methodisch:

- Die Studierenden besitzen Fertigkeiten in einfacher Modellbildung, der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden

Sozial/personal:

- Die Studierenden besitzen Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen aus den genannten Themenbereichen. Sie sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können.

Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:

- analytisch-methodische Kompetenz, wissenschaftliches Denken, Abwägen von Lösungsansätzen, Training des logischen Denkens, Teamfähigkeit, Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit (englischsprachiger) Fachliteratur

Arbeitsaufwand:
Gesamt: 240 Std.
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)
90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)

Voraussetzungen: keine		
Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester	**Empfohlenes Fachsemester:** ab dem 1.	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 6,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile

Modulteil: Physik I (Mechanik, Thermodynamik)

Lehrformen: Vorlesung

Sprache: Deutsch

Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester

SWS: 4,00

Literatur:

- Marcelo Alonso, Edward J. Finn: Physik (3., durchgesehene Aufl. - München [u.a.], Oldenbourg, 2000)
- Wolfang Demtröder: Experimentalphysik I, Mechanik und Wärme (8. Auflage - Berlin [u.a.], Springer, 2018)
- David Halliday, Jearl Walker, Robert Resnick: Physik (3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage - Weinheim, Wiley-VCH, 2018)
- Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik (8., korrigierte und erweiterte Auflage - Berlin, Springer Spektrum, 2019)
- Dieter Meschede: Gerthsen Physik (25. Aufl. - Berlin [u.a.], Springer Spektrum, 2015)

Bei allen Literaturvorschlägen stellt die angegebene Auflage nur die aktuellste in der Bibliothek vorhandene Version dar. Alle anderen Auflagen sind ebenso als Begleitung zum Modul geeignet.

Prüfung

Physik I (Mechanik, Thermodynamik)

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet

Prüfungshäufigkeit:

nur im WiSe

Modulteile

Modulteil: Übung zu Physik I

Lehrformen: Übung

Sprache: Deutsch

Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester

SWS: 2,00

Modul PHM-0003: Physik II (Elektrodynamik, Optik) *Physics II (Electrodynamics, Optics)*	8 ECTS/LP

Version 1.2.0 (seit WS09/10)
Modulverantwortliche/r: Andreas Hörner
Prof. Dr. Jan Lipfert

Inhalte:
Elektrodynamik

1. Elektrische Wechselwirkungen
2. Magnetische Wechselwirkungen
3. Elektrische Leitung
4. Materie in statischen elektrischen und magnetischen Feldern
5. Zeitabhängige elektromagnetische Felder

Optik

1. Harmonische Wellen im Raum
2. Elektromagnetische Wellen
3. Klassische Geometrische Optik

Lernziele/Kompetenzen:
Fachlich:

- Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der Elektrostatik und des Magnetismus; des weiteren die Grundbegriffe der Elektrodynamik sowie der elektromagnetischen Wellen und – daraus abgeleitet – der Optik.

Methodisch:

- Die Studierenden besitzen Fertigkeiten in der mathematischen Beschreibung elektromagnetischer Phänomene, Modellbildung, der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden.

Sozial/personal:

- Die Studierenden besitzen Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen. Sie sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können.

Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:

- analytisch-methodische Kompetenz, wissenschaftliches Denken, Abwägen von Lösungsansätzen, Training des logischen Denkens, Teamfähigkeit, Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit (englischsprachiger) Fachliteratur

Arbeitsaufwand:
Gesamt: 240 Std.
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)

Voraussetzungen: Inhalte des Moduls Physik I		
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester	**Empfohlenes Fachsemester:** ab dem 2.	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 6,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile

Modulteil: Physik II (Elektrodynamik, Optik)
Lehrformen: Vorlesung
Dozenten: Andreas Hörner
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester
SWS: 4,00

Literatur:

- Marcelo Alonso, Edward J. Finn: Physik (3., durchgesehene Aufl. - München [u.a.], Oldenbourg, 2000)
- Wolfang Demtröder: Experimentalphysik II, Elektrizität und Optik (8. Auflage - Berlin [u.a.], Springer, 2013)
- David Halliday, Jearl Walker, Robert Resnick: Physik (3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage - Weinheim, Wiley-VCH, 2018)
- Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik (8., korrigierte und erweiterte Auflage - Berlin, Springer Spektrum, 2019)
- Dieter Meschede: Gerthsen Physik (25. Aufl. - Berlin [u.a.], Springer Spektrum, 2015)

Bei allen Literaturvorschlägen stellt die angegebene Auflage nur die aktuellste in der Bibliothek vorhandene Version dar. Alle anderen Auflagen sind ebenso als Begleitung zum Modul geeignet.

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Physik II (Elektrodynamik, Optik) (Vorlesung)
Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Prüfung
Physik II (Elektrodynamik, Optik)
Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet
Prüfungshäufigkeit:
nur im SoSe

Modulteile

Modulteil: Übung zu Physik II
Lehrformen: Übung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester
SWS: 2,00

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Übung zu Physik II (Übung)
Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Modul PHM-0011: Physikalisches Anfängerpraktikum (9 Versuche) *Introductory Physics Laboratory (9 Experiments)*	6 ECTS/LP

Version 1.4.0 (seit WS12/13)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Benjamin Stadtmüller
Leitender Assistent: Dr. Tobias Eul

Inhalte:
Laborversuche aus den Bereichen Mechanik, Wärmelehre, Optik und Elektrizitätslehre

Lernziele/Kompetenzen:
Fachlich:
Die Studierenden kennen die theoretischen experimentellen Grundlagen der klassischen Physik, insbesondere in den Bereichen Mechanik, Wärmelehre, Elektrodynamik und Optik, und haben Grundkenntnisse der physikalischen Messtechnik. Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen.
Methodisch:
Sie sind in der Lage, sich mittels Literaturstudium in eine physikalische Fragestellung einzuarbeiten, ein vorgegebenes Experiment aufzubauen und durchzuführen, sowie die Ergebnisse dieser experimentellen Fragestellung mathematisch und physikalisch zu beschreiben, und besitzen die Kompetenz, ein experimentelles Ergebnis unter Einbeziehung einer realistischen Fehlerabschätzung und durch Vergleich mit Literaturdaten zu bewerten und einzuordnen.
Sozial/personal:
Die Studierenden lernen grundlegende Formen wissenschaftlicher Arbeitsweisen kennen. Das Anfängerpraktikum stellt einen ersten praktischen Kontakt mit den gelernten physikalischen Grundlagen her. Die Gruppenarbeit fördert die Teamfähigkeit und weckt fachliche Neugier.

Bemerkung:
Weitere Informationen, insbesondere zur rechtzeitigen Anmeldung:
https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/mntf/physik/groups/exp2/lehre/

Arbeitsaufwand:
Gesamt: 180 Std.
60 Std. Praktikum (Präsenzstudium)
120 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)

Voraussetzungen:		**ECTS/LP-Bedingungen:**
Das Praktikum baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1. und 2. Fachsemesters – insbesondere Physik I und II – auf.		9 mindestens mit „ausreichend“ bewertete Versuchsprotokolle
Angebotshäufigkeit: jedes Semester	**Empfohlenes Fachsemester:** ab dem 3.	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 4,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile

Modulteil: Physikalisches Anfängerpraktikum (9 Versuche)
Lehrformen: Praktikum
Sprache: Deutsch
SWS: 4,00

Lernziele:
siehe Modulbeschreibung

Inhalte:

M1: Drehpendel
M2: Dichte von Flüssigkeiten und Festkörpern
M3: Maxwellsches Fallrad
M4: Kundtsches Rohr
M5: Gekoppelte Pendel
M6: Oberflächenspannung und dynamische Viskosität
M7: Windkanal
M8: Richtungshören
M9: Phasengeschwindigkeit von stehenden Wellen
W1: Elektrisches Wärmeäquivalent
W2: Siedepunkterhöhung
W3: Kondensationswärme von Wasser
W4: Spezifische Wärmekapazität von Wasser
W5: Adiabatenexponent
W6: Dampfdruckkurve von Wasser
W7: Wärmepumpe
W8: Sonnenkollektor
W9: Thermoelektrische Effekte
W10: Wärmeleitung
O1: Brennweite von Linsen und Linsensystemen
O2: Brechungsindex und Dispersion
O3: Newtonsche Ringe
O4: Abbildungsfehler von Linsen
O5: Polarisation
O6: Lichtbeugung
O7: Optische Instrumente
O8: Lambertsches Gesetz
O9: Stefan-Boltzmann-Gesetz
E1: Phasenverschiebung im Wechselstromkreis
E2: Messungen mit Elektronenstrahl-Oszillograph
E3: Kennlinien von Elektronenröhren
E4: Resonanz im Wechselstromkreis
E5: EMK von Stromquellen
E6: NTC- und PTC-Widerstand
E7: Ferromagnetische Hysterese
E8: NF-Verstärker
E9: Äquipotential- und Feldlinien
E10: Induktion
E11: Coulombsches Potential und coulombsches Feld
E12: Elementarladung und Milikan-Versuch

Literatur:

- W. Demtröder, Experimentalphysik 1-4 (Springer)
- D. Meschede, Gerthsen Physik (Springer)
- R. Weber, Physik I (Teubner)
- W. Walcher, Praktikum der Physik (Teubner)
- H. Westphal, Physikalisches Praktikum (Vieweg)
- W. Ilberg, D. Geschke, Physikalisches Praktikum (Teubner)
- Bergmann, Schäfer, Lehrbuch der Experimentalphysik 1-3 (de Gruyter)

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Physikalisches Anfängerpraktikum (9 Versuche) (Praktikum)

Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.
Organisation des Anfängerpraktikums: Tobias Eul Raum R-364 Fragen zum Praktikum gerne an tobias.eul@uni-a.de

Prüfung

Praktikumsprotokolle

Praktikumsprotokoll / Prüfungsdauer: 1 Wochen, benotet

Beschreibung:

Das Praktikum muss innerhalb von einem Semester abgeschlossen werden. Jeder Studierende muss **9 Versuche** durchführen.

Zu jedem Versuch ist innerhalb von 1 Woche ein Protokoll zu erstellen, in dem die physikalischen Erwartungen des Versuchs, der Versuchsaufbau, der Versuchsverlauf sowie die Ergebnisse und ihre Interpretation dokumentiert sind.

Sowohl die Abfrage zu Beginn als auch die schriftliche Ausarbeitung eines Versuchs werden zu gleichen Anteilen gewertet. Die Abschlussnote wird aus dem Mittelwert aller 9 Versuche errechnet.

Modul PHM-0005: Physik III (Atom- und Molekülphysik) *Physics III (Atomic and Molecular Physics)*	8 ECTS/LP

Version 1.0.0 (seit WS10/11)
Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. German Hammerl

Inhalte:
Die Vorlesung gibt einen grundlegenden Überblick über die Aspekte der Atom- und Molekülphysik. Die Vorlesung ist dabei wie folgt gegliedert:

1. Entwicklung der Atomvorstellung
2. Entwicklung der Quantenphysik
3. Grundlagen der Quantenmechanik
4. Das Wasserstoffatom
5. Atome mit mehreren Elektronen
6. Emission und Absorption von elektromagnetischer Strahlung durch Atome
7. Laser
8. Molekülphysik

Lernziele/Kompetenzen:
Fachlich:

Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse im Aufbau von Atomen und Molekülen. Sie verstehen den unterschiedlichen Charakter der klassischen Physik und der Quantenphysik und sind mit dem Verhalten der Atome und Moleküle insbesondere in Magnetfeldern vertraut. Die Studierenden kennen die grundlegenden Wechselwirkungsmechanismen von elektromagnetischer Strahlung mit Materie.

Methodisch:

Die Studierenden lernen, das Verhalten von Atomen und Molekülen in externen Feldern zu verstehen und in einfachen Modellsystemen zu beschreiben. Sie haben die Kompetenz, quantenmechanische Fragestellungen in den genannten Bereichen selbständig zu verstehen und zu bearbeiten. Sie verstehen den grundlegenden Aufbau wissenschaftlicher Experimente, die quantenmechanische Eigenschaften von Systemen hinterfragen.

Sozial/personal:

Die Studierenden erkennen, dass Teamfähigkeit bei der Planung und Durchführung von Experimenten von zentraler Bedeutung ist. Sie erkennen, dass wissenschaftlicher Austausch den Schlüssel für die erfolgreiche Entwicklung der modernen Physik darstellt. Die Studierenden lernen in Übungsgruppen wissenschaftliche Probleme und Fragestellungen gemeinsam zu erörtern und zu lösen.

Arbeitsaufwand:
Gesamt: 240 Std.
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)

Voraussetzungen:
Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1. und 2. Fachsemesters – insbesondere Physik I und Physik II – auf.

Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester	**Empfohlenes Fachsemester:** ab dem 3.	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 6,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile

Modulteil: Physik III (Atom- und Molekülphysik)
Lehrformen: Vorlesung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester
SWS: 4,00

Lernziele:
siehe Modulbeschreibung

Inhalte:

1. Entwicklung der Atomvorstellung
   - Historische Entwicklung, Avogadro-Konstante, atomare Auflösung, Atomgröße, elektrischer Aufbau von Atomen, Massenspektrometer, innere Struktur der Atome, rutherfordsches Atommodell
2. Entwicklung der Quantenphysik
   - plancksches Strahlungsgesetz, Photoeffekt, Compton-Effekt, Materiewellen, Wellenpakete, heisenbergsche Unschärfe, bohrsches Atommodell
3. Grundlagen der Quantenmechanik
   - Schrödingergleichung, eindimensionales Teilchen, Potentialstufe, Tunneleffekt, Teilchen im Kastenpotential, harmonischer Oszillator, Teilchen im kugelsymmetrischen Potential, Drehimpuls in der Quantenmechanik
4. Das Wasserstoffatom
   - Schrödingergleichung für das Wasserstoffatom, Abstand Elektron zum Kern, Quantenzahlen und Entartung, normaler Zeeman-Effekt, relativistische Korrekturen, Elektronenspin, Feinstruktur, Hyperfeinstruktur, Lamb-Shift, anomaler Zeeman-Effekt
5. Atome mit mehreren Elektronen
   - Ununterscheidbarkeit von Teilchen, Spinwellenfunktionen, Pauliprinzip, Aufbau der Elektronenhülle, Drehimpulskopplungen, hundsche Regeln, angeregte Atomzustände
6. Emission und Absorption elektromagnetischer Strahlung
   - Einsteinkoeffizienten, Übergangswahrscheinlichkeiten, Asuwahlregeln, Röntgenstrahlen, Laserstrahlung, Linienbreiten
7. Molekülphysik
   - Das H2+-Molekül, LCAO-Näherung, Das H2-Molekül, elektronische Zustände zweiatomiger Moleküle, Rotation und Schwingung zweiatomiger Moleküle, Infrarotspektroskopie

Literatur:

- Demtröder, Wolfgang,
  Experimentalphysik 3: Atome, Moleküle und Festkörper,
  Springer-Verlag (2016)
  ISBN: 9783662490938
- Foot, Christopher J.
  Atomphysik,
  Oldenbourg-Verlag (2011)
  ISBN: 9783486705461

Modulteil: Übung zu Physik III
Lehrformen: Übung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester
SWS: 2,00

Lernziele:

siehe Modulbeschreibung

Prüfung

Physik III (Atom- und Molekülphysik)

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

Modul PHM-0006: Physik IV (Festkörperphysik) *Physics IV (Solid State Physics)*	8 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. German Hammerl	

Inhalte:

- Ordnungsprinzipien
- Klassifizierung von Festkörpern
- Struktur der Kristalle
- Beugung von Wellen an Kristallen
- Dynamik von Kristallgittern
- Anharmonische Effekte
- Das freie Elektronengas
- Elektronen im periodischen Potential; Energiebänder
- Fermi-Flächen
- Halbleiter

Lernziele/Kompetenzen:

Fachlich:

Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse im mikroskopischen Aufbau von Kristallen. Die Studierenden kennen die grundlegenden Bindungsarten in Festkörpern, sind vertraut mit der Definition von Kristallgittern und Kristallsystemen, verstehen die Ursachen, Wechselwirkungen und Auswirkungen phononischer und elektronischer Anregungen in Festkörpern und haben ein grundlegendes Verständnis über Bandstrukturen von Halbleitern.

Methodisch:

Die Studierenden lernen, wie Kristallstrukturen experimentell über Streu- und Beugungsexperimente ermittelt werden können. Sie haben die Kompetenz, selbständig Kristallstrukturen zu ermitteln und elektronische Transportphänomene in Festkörpern zu verstehen. Sie erkennen, wie emergente Phänomene in Vielteilchensystemen durch einfache Modellannahmen erklärt werden können.

Sozial/personal:

Die Studierenden erkennen, dass Teamfähigkeit bei der Planung und Durchführung von Experimenten im Bereich der Festkörperphysik von zentraler Bedeutung sind, insbesondere beispielsweise in Großforschungseinrichtungen. Die Studierenden lernen in Übungsgruppen festkörperphysikalische Fragestellungen gemeinsam zu erörtern und zu lösen.

Arbeitsaufwand:

Gesamt: 240 Std.
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)
90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)

Voraussetzungen:

Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1., 2. und 3. Fachsemesters – insbesondere Physik I, II und III – auf.

Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester	**Empfohlenes Fachsemester:** ab dem 4.	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 6,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile

Modulteil: Physik IV (Festkörperphysik)

Lehrformen: Vorlesung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester
SWS: 4,00

Lernziele:

siehe Modulbeschreibung

Inhalte:

1. Bindungskräfte
   - Ionenbindung, kovalente Bindung, metallische Bindung, van-der-Waals-Bindung, Wasserstoffbrückenbindung
2. Kristallstruktur und Symmetrie
   - Kristallstruktur, Symmetrie, Millerindices, Quasikristalle
3. Strukturbestimmung und reziprokes Gitter
   - Röntgenbeugung, Neutronenbeugung, Elektronenbeugung, elementare Streutheorie, reziprokes Gitter, Atomfaktor, Strukturfaktor, Deybe-Waller-Faktor
4. Gitterschwingungen
   - Elastische Eigenschaften, Phononen, lineare einatomige und zweiatomige Kette, thermische Eigenschaften von Festkörpern, Einstein-Modell, Debye-Modell, anharmonische Eigenschaften, thermische Ausdehnung, Wärmetransport
5. Elektronen im Festkörper
   - Fermigas freier Elektronen, spezifische Wärme des Fermigases, elektronische Zustandsdichte, Fermiverteilungsfunktion, elektrischer Transport, Elektronen im schwach periodischen Potential, Elektronen im Magnetfeld, Hall-Effekt
6. Halbleiter
   - Ladungsträgerdichten, Eigenleitung, Dotieren von Halbleitern, pn-Kontakt, Diodenkennlinie, Halbleiterbauelemente

Literatur:

- R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik (De Gruyter)
- N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Festkörperphysik (Oldenbourg)
- Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg)
- W. Demtröder, Experimentalphysik 3 (Springer)
- K.-H. Hellwege, Festkörperphysik (Springer)
- S. Hunklinger, Festkörperphysik (Oldenbourg)

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Physik IV (Festkörperphysik) (Vorlesung)
Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Modulteil: Übung zu Physik IV

Lehrformen: Übung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester
SWS: 2,00

Lernziele:

siehe Modulbeschreibung

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Übung zu Physik IV (Übung)
Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Prüfung

Physik IV (Festkörperphysik)
Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

Modul PHM-0007: Physik V (Kern- und Teilchenphysik) *Physics V (Nuclear and Particle Physics)*	6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Dr. Hans-Albrecht Krug von Nidda	

Inhalte:
Dieses Modul vermittelt die Grundlagen der Kern- und der Teilchenphysik.

Lernziele/Kompetenzen:
- Die Studierenden kennen den Aufbau der Atomkerne, die Grundlagen der Radioaktivität und der Kernkraft; sie sind mit den Grundzügen des Standardmodells vertraut,
- haben die Fertigkeit erworben, grundlegende Probleme der Kern- und Teilchenphysik zu verstehen,
- und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Physikalischer Hintergrund zu aktuellen gesellschaftlichen Fragen im Bereich der Kernenergie

Arbeitsaufwand:
Gesamt: 180 Std.
60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)
20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)

Voraussetzungen: Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen der ersten vier Fachsemester – insbesondere der Vorlesung Physik III – auf.		**ECTS/LP-Bedingungen:** Bestehen der Modulprüfung
Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester	**Empfohlenes Fachsemester:** ab dem 5.	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 4,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile

Modulteil: Physik V (Kern- und Teilchenphysik)
Lehrformen: Vorlesung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester
SWS: 3,00

Lernziele:
siehe Modulbeschreibung

Inhalte:
- Aufbau der Atomkerne
- Radioaktivität
- Kernkräfte und Kernmodelle
- Kernreaktionen
- Elementarteilchenphysik

Literatur:

- W. Demtröder, Experimentalphysik IV: Kern-, Teilchen- und Astrophysik (Springer)
- B. Povh u.a., Teilchen und Kerne (Springer)
- K. Bethge, Kernphysik (Springer)
- J. Bleck-Neuhaus, Elementare Teilchen (Springer)
- S. Wong, Introductory Nuclear Physics (Wiley-VCH)
- M. Thomson, Modern Particle Physics (Cambridge)
- T. Mayer-Kuckuk, Kernphysik. Eine Einführung (Teubner)

Modulteil: Übung zu Physik V

Lehrformen: Übung

Sprache: Deutsch

Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester

SWS: 1,00

Lernziele:

siehe Modulbeschreibung

Prüfung

Physik V (Kern- und Teilchenphysik)

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

Modul PHM-0015: Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1) *Theoretical Physics I (Analytical Mechanics, Quantum Mechanics Part 1)*	8 ECTS/LP

Version 1.0.0 (seit WS09/10)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heyl

Inhalte:

Höhere Mechanik

1. Newtonsche Mechanik
2. Analytische Mechanik
3. Spezielle Relativitätstheorie

Quantenmechanik Teil 1

4. Grundlagen
5. Eindimensionale Probleme
6. Harmonischer Oszillator

Lernziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden kennen die Methoden und Konzepte der theoretischen Mechanik einschließlich des Lagrange- und Hamilton-Formalismus sowie der speziellen Relativitätstheorie; sie sind mit den Grundlagen der Quantentheorie und einfachen Anwendungen vertraut,
- haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten, insbesondere mathematischen Methoden erworben,
- und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit

Arbeitsaufwand:

Gesamt: 240 Std.
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)

Voraussetzungen:

Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1. und 2. Fachsemesters – insbesondere Mathematische Konzepte I und II – auf.

Angebotshäufigkeit:	**Empfohlenes Fachsemester:**	**Minimale Dauer des Moduls:**
Sommersemester	ab dem 3.	1 Semester

SWS:	**Wiederholbarkeit:**
6,00	siehe PO des Studiengangs

Modulteile

Modulteil: Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1)
Lehrformen: Vorlesung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester
SWS: 4,00

Lernziele:

siehe Modulbeschreibung

Inhalte:

Höhere Mechanik

1. Newtonsche Mechanik

- Newtonsche Axiome, Inertialsysteme, Galilei-Transformationen
- Erhaltungssätze
- Eindimensionale Bewegung
- Zweikörperproblem, Zentralfeld
- Harmonische Bewegung eines Systems von Massenpunkten
- Bewegung eines starren Körpers

2. Analytische Mechanik

- Lagrangesche Gleichungen erster Art
- Lagrangesche Gleichungen zweiter Art
- Wirkungsfunktional, Hamiltonsches Prinzip
- Hamilton-Formalismus
- Hamilton-Jacobi-Theorie

3. Spezielle Relativitätstheorie

- Minkowskische Raum-Zeit
- Relativistische Mechanik

Quantenmechanik Teil 1

4. Grundlagen

- Welle-Teilchen-Dualismus
- Wellenfunktion, Operator, Messung
- Schrödinger-Gleichung

5. Eindimensionale Probleme

- Freies Teilchen
- Streuung an einer Potentialbarriere
- Gebundene Zustände

6. Harmonischer Oszillator

- Eigenfunktionen und Eigenwerte
- Matrix-Darstellung, Zeitentwicklung

Literatur:

- T. Fließbach, Theoretische Physik; Mechanik, Quantenmechanik (Spektrum)
- W. Greiner, Theoretische Physik; Klassische Mechanik I und II, Quantenmechanik – Einführung (Harri Deutsch)
- L. D. Landau und E. M. Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Band 1: Mechanik, Band 3: Quantenmechanik (Harri Deutsch)
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 1: Klassische Mechanik, Band 2: Analytische Mechanik, Band 5: Quantenmechanik – Grundlagen (Springer)

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1) (Vorlesung)

Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Modulteil: Übung zu Theoretische Physik I

Lehrformen: Übung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester
SWS: 2,00

Lernziele:

siehe Modulbeschreibung

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Übung zu Theoretische Physik I (Übung)

Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Prüfung

Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1)

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet

Beschreibung:

Die Studierenden können in der Übung zur Vorlesung mündliche Zusatzleistungen erbringen. Bei erfolgreicher Ablegung der Zusatzleistungen wird der damit erbrachte Kompetenzerwerb mit einem Notenbonus von 0,3 bei der Bewertung der zugehörigen Klausur bzw. der Wiederholungsklausur desselben Semesters berücksichtigt.
Auf den Übungsblättern wird jeder Aufgabe eine Punktzahl von 1 bis 2 Punkten zugewiesen, die die Studierenden beim Vortrag der Lösung dieser Aufgabe erhalten können. Die Studierenden haben keinen Anspruch auf den Vortrag einer bestimmten Übungsaufgabe.
Die freiwillige Zusatzleistung gilt als erfolgreich erbracht, wenn die Studierenden in den Übungen insgesamt mindestens 4 Punkte erzielt haben.

Modul PHM-0017: Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2) *Theoretical Physics II (Quantum Mechanics Part 2)*	8 ECTS/LP

Version 1.0.0 (seit WS15/16)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Arno Kampf

Inhalte:

1. Mathematische Grundlagen
2. Die Postulate der Quantenmechanik
3. Schrödinger-Gleichung
4. Einfache eindimensionale Probleme
5. Ehrenfest-Theorem
6. Harmonischer Oszillator
7. Heisenberg-Unschärferelation
8. Näherungsmethoden
9. Drehimpuls
10. Wasserstoff-Atom
11. Pfadintegral-Formulierung der Quantenmechanik
12. WKB-Näherung und Limes h gegen 0
13. Geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld
14. Spin
15. Mehrteilchensysteme

Lernziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden kennen die konzeptionellen physikalischen und mathematischen Grundlagen und Methoden der nichtrelativistischen Quantenmechanik von Einteilchensystemen einschließlich der Postulate, auf denen sie aufbaut,
- sind fähig, allgemeine quantenmechanische Einteilchenprobleme mathematisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Methoden, insbesondere Näherungsmethoden, zu lösen,
- haben die Kompetenz, quantenmechanische Fragestellungen eigenständig zu erkennen und zu bearbeiten.
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen

Arbeitsaufwand:
Gesamt: 240 Std.
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)
90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)

Voraussetzungen:
Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen Physik I - III und insbesondere Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1) auf.

Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester	**Empfohlenes Fachsemester:** ab dem 4.	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 6,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile
Modulteil: Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2) **Lehrformen:** Vorlesung **Sprache:** Deutsch **Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester **SWS:** 4,00
Lernziele: siehe Modulbeschreibung

Inhalte:

1. Mathematische Grundlagen
   - Lineare Vektorräume, Skalarprodukt, Dirac-Notation
   - Lineare Operatoren und ihre Darstellung
   - Das Eigenwertproblem für hermitesche Operatoren
   - Unendlich-dimensionale Vektorräume: der Hilbertraum
2. Die Postulate der Quantenmechanik
3. Schrödinger-Gleichung
   - Schrödinger- und Heisenberg-Darstellung
   - Basis-Transformationen
4. Einfache eindimensionale Probleme
   - Potentialtöpfe
   - Potentialstufen
   - Tunneleffekt
   - Streuzustände
5. Ehrenfest-Theorem
6. Harmonischer Oszillator
   - Lösung in der Ortsdarstellung
   - Algebraische Lösungsmethode
7. Heisenberg-Unschärferelation
   - Ableitung der Unschärferelation für zwei hermitesche Operatoren
   - Energie-Zeit-Unschärferelation
8. Näherungsmethoden
   - Stationäre Zustände
   - Zeitabhängige Störungstheorie und Goldene Regel
9. Drehimpuls
10. Wasserstoff-Atom
    - Zentralkräfte
    - Lösung in Ortsdarstellung
    - Entartung des Spektrums
11. Pfadintegral-Formulierung der Quantenmechanik
    - Pfadintegral-Postulat
    - Äquivalenz zur Schrödinger-Gleichung
12. WKB-Näherung und Limes h gegen 0
13. Geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld
    - Eichtransformatione
    - Aharonov-Bohm-Effekt
14. Spin
15. Mehrteilchensysteme
    - Identische Teilchen
    - Fermionen und Bosonen

Literatur:

- R. Shankar, Principles of Quantum Mechanics (Plenum Press)
- F. Schwabl, Quantenmechanik (Springer)
- W. Nolting, Quantenmechnik, Grundkurs Theoretische Physik, Band 5, Teil 1 und 2 (Springer)
- W. Greiner, Quantenmechanik, Teil 1, Einführung (Harri Deutsch)
- E. Merzbacher, Quantum Mechanics (Wiley)
- D. J. Griffith, Introduction to Quantum Mechanics (Pearson Prentice Hall)

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2) (Vorlesung)
Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Modulteil: Übung zu Theoretische Physik II

Lehrformen: Übung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester
SWS: 2,00

Lernziele:

siehe Modulbeschreibung

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Übung zu Theoretische Physik II (Übung)
Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Prüfung

Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2)

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet

Modul PHM-0126: Einführung in die theoretische Elektrodynamik 6 ECTS/LP
Introduction to Theoretical Electrodynamics

Version 1.0.0 (seit WS09/10)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Arno Kampf

Inhalte:

- Elektrostatik inkl. Bildladungsmethode
- Magnetostatik
- Maxwellsche Gleichungen
- Freie Wellenausbreitung
- Einfache dielektrische und magnetische Materialien
- Wellen in Medien

Lernziele/Kompetenzen:

- Fachliche Aspekte: Die Studierenden verfügen über Basiskenntnisse zu den grundlegenden Gleichungen der Elektrodynamik sowie über die Konzepte der Elektro- und Magnetostatik. Die Studierenden sind in der Lage zu erkennen, dass die mit elektrischen Feldern und dem Magnetismus verbundenen Phänomene über die mathematische Beschreibung durch Maxwell-Gleichungen erfasst werden.
- Methodische Aspekte: Die Studierenden lernen, mit den erarbeiteten mathematischen Methoden selbstständig Probleme aus dem Bereich des Elektromagnetismus zu formulieren und zu bearbeiten.
- Soziale, personale Aspekte: Die Studierenden erlangen Schlüsselqualifikationen zum eigenständigen Arbeiten mit Fachliteratur, sachliches Argumentieren, logische und strukturierte Vorgehensweisen bei Problemlösungen und die Fähigkeit, abstrakte theoretische Sachverhalte in konkrete physikalische Aussagen zu übertragen.

Bemerkung:
Lehramt für Gymnasien (§77 LPO I)

Arbeitsaufwand:
Gesamt: 180 Std.
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)
60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)

Voraussetzungen:		**ECTS/LP-Bedingungen:**
Es gibt keine formalen Voraussetzungen; es wird jedoch erwartet, dass die Studierenden die grundlegenden mathematischen Methoden der Analysis beherrschen. Der Besuch der Lehrveranstaltungen "Mathematische Konzepte I" und "Mathematische Konzepte II" in den ersten Semestern wird dringend empfohlen.		Bestehen der Modulprüfung
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester	**Empfohlenes Fachsemester:** ab dem 4.	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 4,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile

Modulteil: Einführung in die theoretische Elektrodynamik
Lehrformen: Vorlesung
Sprache: Deutsch
SWS: 2,00

Inhalte:
siehe Modulbeschreibung

Literatur:

- Elektrodynamik, T. Fliessbach, Spektrum akademischer Verlag
- Theoretische Physik III, Klassische Elektrodynamik, W. Greiner, Verlag Harri Deutsch
- Klassische Elektrodynamik, J. D. Jackson, Walter de Gruyter Verlag

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Einführung in die theoretische Elektrodynamik (Vorlesung)

Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Die folgenden Themen sollen behandelt werden: - Einleitung (Elektrodynamik als relativistische Feldtheorie; grundlegende Aspekte der Vektoranalysis; Maxwellgleichungen und ihre Interpretation; Einheitensysteme) - Elektrostatik - Magnetostatik - Materie im elektromagnetischen Feld - Dynamik elektromagnetischer Felder

Modulteil: Übung zu Einführung in die theoretische Elektrodynamik

Lehrformen: Übung

Sprache: Deutsch

SWS: 2,00

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Übung zu Einführung in die theoretische Elektrodynamik (Übung)

Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Prüfung

Einführung in die theoretische Elektrodynamik

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

Modul PHM-0128: Einführung in die theoretische Thermodynamik *Introduction to Theoretical Thermodynamics*	6 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Priv.-Doz. Dr. Marcus Kollar	

Inhalte:

- Grundbegriffe und Postulate der Thermodynamik
- Erster Hauptsatz
- Zweiter Hauptsatz
- Dritter Hauptsatz [1]
- Anwendungen der Thermodynamik

Lernziele/Kompetenzen:

Fachlich:

Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Konzepte und Anwendungen der theoretischen Thermodynamik für Vielteilchensystem im Gleichgewicht sowie Grundzüge der statistischen Physik. Die Studierenden begreifen Wärme als ungeordnete kinetische Energie und lernen, wie sie phänomenologisch durch die Hauptsätze der Thermodynamik mathematisch beschrieben wird und wie daraus die Entropie als neue Zustandsgröße deduziert wird.

Methodisch:

Die Studierenden lernen, theoretische Fragestellungen zu formulieren und zu bearbeiten, insbesondere mit Hilfe der erlernten mathematischen Methoden. Sie können Problemstellungen der theoretischen Thermodynamik selbständig bearbeiten.

Sozial/personal:

Die Studierenden lernen und praktizieren Schlüsselqualifikationen, insbesondere eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, und die Fähigkeit zur Abstraktion. Sie lernen mit der Thermodynamik erstmals die Vorhersagekraft einer phänomenologischen Theorie zu schätzen.

Bemerkung:

Lehramt für Gymnasien (§77 LPO I), Bachelor Materialwissenschaften

Arbeitsaufwand:

Gesamt: 180 Std.
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)
60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)

Voraussetzungen: keine		**ECTS/LP-Bedingungen:** Bestehen der Modulprüfung
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester	**Empfohlenes Fachsemester:**	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 4,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile

Modulteil: Einführung in die theoretische Thermodynamik

Lehrformen: Vorlesung
Sprache: Deutsch
SWS: 2,00

Inhalte:

siehe Modulbeschreibung

Literatur:

- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 4/2 (Springer Verlag, 2016)
- H. B. Callen, Thermodynamics Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics (Wiley, 1991)
- M. Bartelmann, B. Feuerbacher, T.Krüger, D.Lüst, A.Rebhan, A.Wipf, Theoretische Physik (Springer-Verlag, 2015)

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Einführung in die theoretische Thermodynamik (Vorlesung)

Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Siehe Ankündigung "ÜBERSICHT / TERMINE".

Modulteil: Übung zu Einführung in die theoretische Thermodynamik

Lehrformen: Übung

Sprache: Deutsch

SWS: 2,00

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Übung zu Einführung in die theoretische Thermodynamik (Übung)

Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Prüfung

Einführung in die theoretische Thermodynamik

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

Modul PHM-0033: Mathematische Konzepte I *Mathematical Concepts I*	8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel	

Inhalte:

1. Vektorrechnung
2. Differential- und Integralrechnung
3. Differentialgleichungen
4. Lineare Algebra

Lernziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Mathematik, die zur theoretischen Beschreibung physikalischer Phänomene und Prozesse erforderlich sind,
- praktizieren durch selbständige Arbeit im Eigenstudium und in den Übungsgruppen das in der Vorlesung erworbene Wissen und
- besitzen die Kompetenz, elementare physikalische Problemstellungen der klassischen Mechanik in Form von Gleichungen zu formulieren, diese selbständig zu lösen und die theoretischen Ergebnisse in Form von einfachen und allgemein verständlichen physikalischen Bildern zu interpretieren.
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen

Bemerkung:

Hinweis zur Anrechenbarkeit des Moduls in Lehramtsstudiengängen:

- Für Studierende des Lehramts an Gymnasien mit der Fächerkombination Physik und Geographie, die das Lehramtsstudium Physik vor dem Wintersemester 2012/13 aufgenommen haben, ist dieses Modul ein Pflichtmodul.
- Für Studierende des Lehramts an Gymnasien, die das Lehramtsstudium Physik zum Wintersemester 2012/13 oder später aufgenommen haben oder aufnehmen, ist dieses Modul nur im freien Bereich anrechenbar. Es wird dennoch empfohlen, dieses Modul zu belegen.
- Diese Regelungen gelten analog für Studierende mit Abschluss Bachelor of Education.

Arbeitsaufwand:

Gesamt: 240 Std.
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)
90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)

Voraussetzungen: keine		
Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester	**Empfohlenes Fachsemester:** ab dem 1.	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 6,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile

Modulteil: Mathematische Konzepte I

Lehrformen: Vorlesung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester
SWS: 4,00

Lernziele:

siehe Modulbeschreibung

Inhalte:

1. Vektorrechnung
   - Warum Vektoren?
   - Skalarprodukt
   - Komponentendarstellung in kartesischen Koordinaten
   - Drehung des Koordinatensystems
   - Kreuzprodukt
2. Differential- und Integralrechnung
   - Wozu Differentiation und Integration?
   - Grundlegende Techniken
   - Taylorreihe
   - Differentiation von Vektoren
   - Gradient
   - Linienintegral
   - Mehrdimensionale Integrale
3. Differentialgleichungen
   - Ergänzung: Komplexe Zahlen
   - Typologie der Differentialgleichungen
   - Homogene Differentialgleichungen 1. Ordnung
   - Homogene Differentialgleichungen 2. Ordnung
   - Inhomogene lineare Differentialgleichungen
   - Methode der Green'schen Funktion
4. Lineare Algebra
   - Dyadisches Produkt
   - Determinanten
   - Lineare Gleichungssysteme
   - Eigenwertprobleme
   - Lineare Differentialgleichungssysteme

Literatur:

- F. Ehlotzky, Angewandte Mathematik für Physiker (Springer-Verlag, 2007)
- S. Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik (Springer-Verlag, 2012)
- R. Shankar, Basic Training in Mathematics (Springer-Verlag, 1995)
- C.B. Lang, N. Pucker, Mathematische Methoden in der Physik (Springer-Verlag, 2015)
- M.L. Boas, Mathematical methods in the physical sciences (Wiley, 2005)
- G.B. Arfken, H.J. Weber, F.E. Harris, Mathematical methods for physicists (Elsevier, 2011)

Modulteil: Übung zu Mathematische Konzepte I

Lehrformen: Übung

Sprache: Deutsch

Angebotshäufigkeit: jedes Wintersemester

SWS: 2,00

Lernziele:

siehe Modulbeschreibung

Inhalte:

siehe Modulbeschreibung

Literatur:

siehe zugehörige Vorlesung

Prüfung

Mathematische Konzepte I

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet

Modul PHM-0034: Mathematische Konzepte II *Mathematical Concepts II*	8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel	

Inhalte:

1. Vektoranalysis
2. Analysis im Komplexen (Funktionentheorie)
3. Orthogonale Funktionensysteme
4. Partielle Differentialgleichungen

Lernziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Mathematik, die zur theoretischen Beschreibung physikalischer Phänomene und Prozesse erforderlich sind,
- praktizieren durch selbständige Arbeit im Eigenstudium und in den Übungsgruppen das in der Vorlesung erworbene Wissen und
- besitzen die Kompetenz, elementare physikalische Problemstellungen der Elektrodynamik in Form von Gleichungen zu formulieren, diese selbständig zu lösen und die theoretischen Ergebnisse in Form von einfachen physikalischen Bildern zu interpretieren.
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen

Bemerkung:

Hinweis zur Anrechenbarkeit des Moduls in Lehramtsstudiengängen:

- Für Studierende des Lehramts an Gymnasien mit der Fächerkombination Physik und Geographie, die das Lehramtsstudium Physik vor dem Wintersemester 2012/13 aufgenommen haben, ist dieses Modul ein Pflichtmodul.
- Für Studierende des Lehramts an Gymnasien, die das Lehramtsstudium Physik zum Wintersemester 2012/13 oder später aufgenommen haben oder aufnehmen, ist dieses Modul nur im freien Bereich anrechenbar. Es wird dennoch empfohlen, dieses Modul zu belegen.
- Diese Regelungen gelten analog für Studierende mit Abschluss Bachelor of Education.

Arbeitsaufwand:

Gesamt: 240 Std.
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)
90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)

Voraussetzungen: Inhalte des Moduls Mathematische Konzepte I		
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester	**Empfohlenes Fachsemester:** ab dem 2.	**Minimale Dauer des Moduls:** 1 Semester
SWS: 6,00	**Wiederholbarkeit:** siehe PO des Studiengangs	

Modulteile

Modulteil: Mathematische Konzepte II
Lehrformen: Vorlesung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester
SWS: 4,00

Lernziele:

- Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Mathematik, die zur theoretischen Beschreibung physikalischer Phänomene und Prozesse erforderlich sind.
- Sie besitzen die Kompetenz, elementare physikalische Problemstellungen der Elektrodynamik in Form von Gleichungen zu formulieren, diese selbständig zu lösen und die theoretischen Ergebnisse in Form von einfachen physikalischen Bildern zu interpretieren.
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen

Inhalte:

1. Vektoranalysis
   - Felder in Mechanik und Elektrodynamik
   - Divergenz, Satz von Gauß, Anwendungen
   - Rotation, Satz von Stokes, Anwendungen
   - Krummlinig-orthogonale Koordinaten, Linien-, Flächen- und Volumenelemente, Differentialoperatoren
2. Komplexe Zahlen und Funktionentheorie
   - Komplexe Zahlen
   - Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen
   - Analytische Funktionen
   - Integration in der komplexen Ebene
   - Residuensatz, Anwendungen
3. Orthogonale Funktionensysteme
   - Fourier-Reihe
   - Fourier-Transformation
   - Deltafunktion
   - Lösung linearer Differentialgleichungen durch Fouriertransformation
   - Legendre-Polynome
4. Partielle Differentialgleichungen
   - Beispiele und Klassifikation
   - Lösung durch Separationsansatz
   - Lösung durch Fouriertransformation

Literatur:

- S. Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik (Springer-Verlag, 2012)
- R. Shankar, Basic Training in Mathematics (Springer-Verlag 1995)

Als umfassendere Werke zum Gebrauch neben der Vorlesung und im weiteren Studium eignen sich zum Beispiel:

- C.B. Lang, N. Pucker, Mathematische Methoden in der Physik (Springer-Verlag, 2015)
- M.L. Boas, Mathematical methods in the physical sciences (Wiley 2005)

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Mathematische Konzepte II (Vorlesung)
Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Modulteil: Übung zu Mathematische Konzepte II
Lehrformen: Übung
Sprache: Deutsch
Angebotshäufigkeit: jedes Sommersemester
SWS: 2,00

Lernziele:

- Die Studierenden praktizieren durch selbständige Arbeit im Eigenstudium und in den Übungsgruppen das in der Vorlesung erworbene Wissen und
- besitzen die Kompetenz, elementare physikalische Problemstellungen der Elektrodynamik in Form von Gleichungen zu formulieren, diese selbständig zu lösen und die theoretischen Ergebnisse in Form von einfachen physikalischen Bildern zu interpretieren.
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen

Literatur:

Neben den für die Vorlesung „Mathematische Konzepte II“ benutzten Büchern empfiehlt sich für das praktische Rechnen die Formelsammlung

- I.N. Bronstein, K.A. Semendjajew, G. Musiol, H. Mühlig, Taschenbuch der Mathematik (Verlag Harri Deutsch)

Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

Übung zu Mathematische Konzepte II (Übung)
Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.

Prüfung

Mathematische Konzepte II
Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet