



universität
uulm

Modulhandbuch

Bachelor of Science Physik

Prüfungsordnungsversion 2019

Inhaltsverzeichnis

Experimentelle Physik

Atom- und Molekülphysik	1
Elektrizität und Magnetismus	3
Festkörperphysik	5
Kern-, Teilchen- und Astrophysik	7
Mechanik	9
Optik	11
Thermodynamik	13

Theoretische Physik

Elektrodynamik	15
Quantenmechanik I	17
Theoretische Mechanik	19
Thermodynamik und Statistik	21

Mathematik

Höhere Mathematik II	23
Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen	26
Höhere Mathematik III - Funktionentheorie	29
Höhere Mathematik I	32

Praktika

Computeranwendungen	35
Fortgeschrittenenpraktikum Physik I	37
Grundpraktikum Physik I	39
Grundpraktikum Physik II	41
Projektpraktikum	43

Hauptseminar und Wahlpflicht Physik

Hauptseminar

Hauptseminar Physik	45
---------------------	----

Wahlbereich Physik

Asymptotic Methods	47
Biophysics: Fundamentals	49
Econophysics: Non-Equilibrium Statistics	51
Forschungsprojekt Bachelor Physik	53
Fortgeschrittene Methoden der Quantenmechanik	55
Introduction to Nuclear Magnetic Resonance	57
Matrix Analysis	60
Matter Wave Optics	62
Open Quantum Systems	64
Physics of Medical Imaging	66

Plasma Physics: Fundamentals	68
Quantum Computing	71
Relativistic Quantum Electrodynamics	73
Scattering Theory	75
Soft Matter Physics and Biophysics	77
Structure Physics	79
Theory of Quantum Information	82

Additive Schlüsselqualifikationen

Additive Schlüsselqualifikation I	84
Additive Schlüsselqualifikation II	86

Nebenfach

Chemie

Grundlagen der Chemie I	88
-------------------------	----

Elektrotechnik

Grundlagen der Elektrotechnik I	91
Grundlagen der Elektrotechnik II	93

Informatik

Einführung in die Informatik I - Grundlagen	95
Einführung in die Informatik II - Vertiefung	97

Biologie

Psychologie

Basismodul Arbeits- und Organisationspsychologie im Nebenfach	99
Differentielle Psychologie	101
Einführung in die Forschungsmethoden	103
Medien- und Instruktionsdesign im Nebenfach	105
Vorlesung Entwicklungspsychologie	107
Vertiefung Arbeits-, Organisations- und Ingenieurpsychologie im Nebenfach	109
Vorlesung Allgemeine Psychologie I	111

Wirtschaftswissenschaften

Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	114
Grundlagen der Volkswirtschaftslehre	116

Bachelorarbeit

Bachelorarbeit	118
----------------	-----

Atom- und Molekülphysik

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212876039

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Johannes Hecker Denschlag, Prof. Dr. Othmar Marti, Prof. Dr. Fedor Jelezko

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflicht, 4. Semester
Wirtschaftsphysik B.Sc., Pflicht, 4. Semester

Vorkenntnisse Inhalt der Module Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Höhere Mathematik I und II

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- kennen die grundlegenden Phänomene, Begriffe und Konzepte der Quantenmechanik, Atom- und Molekülphysik und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen.
- erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Atom- und Molekülphysik und den entsprechenden mathematischen Formulierungen.
- sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte der Atom- und Molekülphysik zu kommunizieren.
- können einfache physikalische Probleme aus der Atom- und Molekülphysik sowie der Quantenmechanik mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

Atomphysik

- Aufbau der Materie
 - Thermische Strahlung und Strahlungsgesetze
 - Teilchen und Wellen
-

- Atommodelle
- Einführung in den quantenmechanischen Formalismus
- Schrödingergleichung und deren Lösungen für einfache Probleme
- Wasserstoffatom und wasserstoff-ähnliche Atome
- Spektren und Energieniveaus
- Spin, Feinstruktur, Hyperfeinstruktur, Zeemaneffekt, Mehrelektronensysteme
- Atome in elektromagnetischen Feldern: Spin und Bahndrehimpuls
- Laser
- Röntgenstrahlung

Molekülphysik

- H₂+ Molekül, Molekülorbitale, mehratomige Moleküle
- Born-Oppenheimer Potentiale, Vibration, Rotation, optische Übergänge
- chemische Reaktionen
- Molekülsymmetrien
- Molekülspektroskopie

Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • O. Marti et al.: Vorlesungsskript PHYS2200.0 Atomphysik. Universität Ulm, 2018 • T. Mayer Kuckuk: Atomphysik • W. Demtröder: Molekülphysik
------------------	--

Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten (4 SWS) Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)
-----------------------------	--

Arbeitsaufwand	60 h Vorlesung (Anwesenheit) 30 h Seminar (Anwesenheit) 150 h Selbststudium Summe: 240 h
-----------------------	---

Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.
--------------------------	--

Notenbildung	Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.
---------------------	--

Grundlage für	Module Quantenmechanik, Festkörperphysik sowie Kern-, Teilchen- und Astrophysik
----------------------	---

Elektrizität und Magnetismus

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212870357

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Johannes Hecker Denschlag, Prof. Dr. Othmar Marti

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 2. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 2. Semester, Pflicht
Physik Lehramt B.Sc., 2. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalt der Module Mechanik und Höhere Mathematik I

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- haben die Grundkonzepte der Speziellen Relativitätstheorie verstanden.
- kennen die grundlegenden Phänomene, Begriffe und Konzepte der Elektrizität und des Magnetismus und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen.
- erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten dieser Gebiete und den entsprechenden mathematischen Formulierungen.
- sind in der Lage, in allgemein verständlicher Weise über physikalische Sachverhalte dieser Gebiete zu kommunizieren.
- können einfache physikalische Probleme aus der Elektrizität und des Magnetismus mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Spezielle Relativitätstheorie
- Elektrostatik (Ladung, elektrisches Feld, Potenzial, Dielektrika)
- Elektrodynamik (Ströme, elektrische Bauteile, Schaltungen, Schwingkreise)
- Magnetismus (magnetisches Feld, Lorentzkraft, Induktionsgesetz, magnetische Eigenschaften der Materie)

- Maxwell'sche Gleichungen
- Elektromagnetische Wellen und deren Eigenschaften
- Fresnel'sche Formeln

Literatur

- Demtröder. Experimentalphysik 2 (Elektrizität und Optik). Springer Lehrbuch
- Dieter Meschede. Gerthsen Physik. Springer Verlag
- Paul A. Tipler and Gene Mosca. Physik. Spektrum Verlag

Lehr- und Lernformen

Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten (4 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS): Lösen von Übungsaufgaben, ggf. Erstellen eines Portfolios

Arbeitsaufwand

60 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
150 h Selbststudium
Summe: 240 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Modul Atomphysik, Modul Theoretische Mechanik

Festkörperphysik

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212876060

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Ulrich Herr, Prof. Carl E. Krill PhD

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflichtmodul, 5. Semester
Wirtschaftsphysik M.Sc., Pflichtmodul, 1.-2. Semester
Physik M.Sc. (bei Zulassung mit Bachelorabschluss in Wirtschaftsphysik):
Pflichtmodul, 1.-2. Semester

Elektrotechnik und Informationstechnologie

Vorkenntnisse Inhalt der Module Optik, Thermodynamik, Atomphysik, Quantenmechanik, Höhere Mathematik I, II und III.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- können kondensierte Materie anhand ihrer Struktur, Symmetrie und Eigenschaften klassifizieren.
- kennen grundlegende Modelle der Festkörperphysik und deren mathematische Darstellung.
- kennen die wichtigsten Kristallstrukturen und experimentellen Methoden zur Untersuchung kondensierter Materie.
- erweitern selbständig ihr Wissen auf dem Gebiet der kondensierten Materie und beschaffen sich hierfür geeignete Literatur.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Einteilung der kondensierten Materie nach Eigenschaftsklassen
- Struktur und Symmetrie von Festkörpern
- Strukturbestimmung in kondensierter Materie, theoretische Grundlagen und experimentelle Realisierung
- Beschreibung statischer Gitter

- Lennard-Jones-Potential (Edelgas-Kristalle)
- Ionengitter, Madelung-Energie
- Gitterdynamik fester Körper
- Metallische Eigenschaften und ihre Deutung, Bandstruktur
- Halbleiter-Effekte

Literatur Kittel: Festkörperphysik

Lehr- und Lernformen Vorlesung (4 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)

Arbeitsaufwand 60 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
150 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 240 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Spezialisierung im Bereich der Festkörperphysik

Kern-, Teilchen- und Astrophysik

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212872170

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. sc. nat./ETH Zürich Othmar Marti

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflicht, 6. Semester
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul, 1.-2. Semester
Physik M.Ed., Pflicht, 2. Semester

Elektrotechnik und Informationstechnologie

Vorkenntnisse Inhalt der Module Optik, Thermodynamik, Atomphysik, Quantenmechanik, Höhere Mathematik I, II und III

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- kennen die Struktur der Atomkerne, kernphysikalische Prozesse und die fundamentalen Wechselwirkungen der elementaren Teilchen.
- kennen grundlegende experimentelle Methoden der Elementarteilchenphysik.
- verstehen die physikalischen Grundlagen zum verantwortungsvollen Umgang mit Kernenergie und Strahlenschutz.
- kennen die grundlegenden Phänomene, Begriffe und Konzepte der Astrophysik.
- können einfache Probleme der Teilchen- und Astrophysik theoretisch berechnen und lösen.
- erweitern selbständig ihr Wissen und beschaffen sich hierfür geeignete Literatur.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Struktur und Eigenschaften von Atomkernen
- Instabile Kerne, radioaktiven Zerfall und Kernreaktionen
- Kernkräfte und Kernmodelle

- Strahlenschutz und Anwendungen der Kernphysik (Datierung, Nuklearmedizin , Kernenergie)
- Nuclear / Teilchenbeschleuniger und Detektoren
- Die Teilchenphysik (fundamentalen Wechselwirkungen, Symmetrien und Erhaltungssätze)
- Beobachtende Techniken in Astronomie und Astrophysik
- Big Bang-Kosmologie, Ur-nucleosynthesis, kosmische Mikrowellenhintergrund , großräumige Struktur des Universums, dunkle Materie und dunkle Energie
- Grundbegriffe der Sternphysik

Literatur

- Demtröder: Experimentalphysik IV
- B. R. Martin, Nuclear and Particle Physics: an Introduction
- K. Bethge, G. Walter & B. Wiedemann, Kernphysik: eine Einführung
- A. Liddle, Einführung in die moderne Kosmologie
- T. Mayer-Kuckuck: Kernphysik*
- F. Halzen & A. D. Martin, Quarks and Leptons*
- A. Seiden, Particle Physics: a Comprehensive Introduction*
- S. Dodelson, Modern Cosmology*

(* weiterführende optionale Literatur für Interessierte)

Lehr- und Lernformen

Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten (3 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)

Arbeitsaufwand

45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 180 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

-

Mechanik

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212870356

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Kay E. Gottschalk, Prof. Prof. Dr. Johannes Hecker Denschlag, Prof. Dr. Othmar Marti, Prof. Dr. Jens Michaelis

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 1. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 1. Semester, Pflicht
Physik Lehramt B.Sc., 1. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Keine

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der experimentellen Physik am Beispiel der klassischen Mechanik.
- erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Mechanik und den entsprechenden mathematischen Formulierungen.
- sind in der Lage, in allgemein verständlicher Weise über physikalische Sachverhalte in der Mechanik zu kommunizieren.
- können einfache physikalische Probleme aus der Mechanik mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Kinematik und Dynamik von Massepunkten in mehreren Dimensionen
- verschiedene Arten von Kräften, Kraftfelder, Newton'sche Axiome
- Erhaltungssätze (Energie, Impuls, Drehimpuls)
- Potentiale
- Stossprozesse
- Aufstellen und Lösen der Bewegungsgleichung von einfachen mechanischen Systemen

- Mechanik rotierender Systeme und Kreiselgesetze, Planetenbewegung, Scheinkräfte
- Grundlagen der Elastomechanik und Mechanik fluider Systeme (Hydrostatik und Hydrodynamik)
- Aufstellen und Lösen der Schwingungsgleichung für einfache mechanische Systeme
- Anwendung der Fourier-Analyse und -Synthese
- Eindimensionale harmonische Wellen und ihre Eigenschaften
- Interferenz von Wellen
- relativistische Mechanik

Literatur

- Tipler, Mosca: *Physik*, Spektrum Akademischer Verlag
- Meschede: Gerthsen *Physik*

Lehr- und Lernformen

Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten(4 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)

Arbeitsaufwand

60 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
150 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 240 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Modul Elektrizität und Magnetismus

Optik

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212870359

ECTS-Punkte 4

Präsenzzeit 3

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Johannes Hecker Denschlag, Prof. Dr. Christof Gebhard, Prof. Dr. Othmar Marti, Prof. Dr. Jens Michaelis

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 3. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 3. Semester, Pflicht
Physik Lehramt B.Sc., 3. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Maxwell'sche Gleichungen und Fresnel'sche Formeln aus dem Modul Elektrizität und Magnetismus. Inhalt der Module Höhere Mathematik I und II.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- kennen die grundlegenden Phänomene, Begriffe und Konzepte der geometrischen und Wellenoptik und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen.
- erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten dieser Gebiete und den entsprechenden mathematischen Formulierungen.
- sind in der Lage, in allgemein verständlicher Weise über physikalische Sachverhalte der Optik zu kommunizieren.
- können einfache physikalische Probleme aus der Optik mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Geometrische Optik (Fermat'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, optische Instrumente)
- Wellenoptik (elektromagnetische Wellen in Vakuum und Materie, Huygens'sches Prinzip, Beugung, Polarisierung)
- Kirchhoff'sche Beugungstheorie

- Fourier-Transformationen
- Interferometer
- Resonatoren
- Spektrometer
- wichtige optische Geräte: akusto-optischer Modulator, elektro-optischer Modulator
- optische Nachrichtenübertragung
- Themen aus der nichtlinearen Optik, Erzeugung der zweiten Harmonischen, Vier-Wellenmischung
- einzelne Themen aus der Quantenoptik
- Laser, Frequenzkamm

-
- Literatur**
- Tipler, Mosca: *Physik*, Spektrum Akademischer Verlag
 - Meschede: Gerthsen *Physik*
 - Hecht: *Optik*

-
- Lehr- und Lernformen**
- Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten (2 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (1 SWS)

-
- Arbeitsaufwand**
- 30 h Vorlesung (Anwesenheit)
15 h Seminar (Anwesenheit)
75 h Selbststudium
Summe: 120 h

-
- Bewertungsmethode**
- Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

-
- Notenbildung**
- Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

-
- Grundlage für**
- Module Atomphysik, Grundpraktikum Physik, Projektpraktikum, Fortgeschrittenenpraktikum Physik
-

Thermodynamik

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212870358

ECTS-Punkte 4

Präsenzzeit 3

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Kay E. Gottschalk

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 3. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 3. Semester, Pflicht
Physik Lehramt B.Sc., 3. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalt der Module Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Höhere Mathematik I und II.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- haben die grundlegenden Phänomene, Begriffe und Konzepte der Thermodynamik verstanden und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen.
- kennen die grundlegenden statistischen Ansätze der Thermodynamik und können sie anwenden.
- sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte der Thermodynamik zu kommunizieren.
- können einfache physikalische Probleme aus der Thermodynamik mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Hauptsätze der Thermodynamik
- Kinetische Gastheorie
- Ideale und reale Gase
- Entropie, Boltzmann-Verteilung, Kreisprozesse, Wärmekraftmaschinen
- Zustandsdiagramm, Phasenumwandlungen, Wärmekapazität
- Transportvorgänge (Diffusion, Wärme)

- Thermodynamische Potenziale und ihre Extremaleigenschaften

Literatur

- Tipler, Mosca: *Physik*, Spektrum Akademischer Verlag
- Meschede, Gerthsen: *Physik*

Lehr- und Lernformen

Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten (2 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (1 SWS)

Arbeitsaufwand

30 h Vorlesung (Anwesenheit)
15 h Seminar (Anwesenheit)
75 h Selbststudium
Summe: 120 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Modul Thermodynamik und Statistik, Modul Festkörperphysik

Elektrodynamik

Modul zugeordnet zu Theoretische Physik

Code 8212870365

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Joachim Ankerhold, apl. Prof. Dr. Matthias Freyberger, Prof. Dr. Susana Huelga, Prof. Dr. Martin Plenio, Prof. Dr. Wolfgang Schleich

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 5. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalt der Module Theoretische Mechanik, Höhere Mathematik I, II und III.

Lernziele Studierende, die das Modul erfolgreich absolviert haben,

- können die Maxwell-Gleichungen auf Probleme der statischen und zeitabhängigen Elektrodynamik anwenden.
- beherrschen den mathematischen Formalismus zur Beschreibung von Skalar- und Vektorfeldern.
- besitzen Kenntnisse über die relativistisch-kovariante Formulierung.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Elektro- und Magnetostatik
 - Poissongleichung
 - Randwertprobleme der Elektrostatik
 - Multipolentwicklung
 - Elektrische und magnetische statische Felder in Materie
 - Elektrodynamik
 - System der Maxwell-Gleichungen
 - Elektromagnetische Wellen
 - Abstrahlungsphänomene
 - relativistische Formulierung
-

- Literatur**
- Greiner: Klassische Elektrodynamik, Theoretische Physik, Bd. 3
 - Jackson: Elektrodynamik
 - Nolting: Elektrodynamik, Grundkurs Theoretische Physik Bd. 3
-

Lehr- und Lernformen Vorlesung (4 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)

Arbeitsaufwand 60 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
150 h Selbststudium
Summe: 240 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Physik der kondensierten Materie, Festkörperphysik, Fortgeschrittenenpraktikum Physik

Quantenmechanik I

Modul zugeordnet zu Theoretische Physik

Code 8212870366

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch und Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Joachim Ankerhold, apl. Prof. Dr. Matthias Freyberger, Prof. Dr. Susana Huelga, Prof. Dr. Martin Plenio, Prof. Dr. Wolfgang Schleich

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 4. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 4. Semester, Pflicht
Quantum Engineering M.Sc., Adaptionsmodul, 1. oder 2. Semester

Elektrotechnik und Informationstechnologie

Vorkenntnisse Lernergebnisse der Module Theoretische Mechanik, Höhere Mathematik I und II. Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen (sollte zumindest parallel gehört werden)

Lernziele Studierende, die das Modul erfolgreich absolviert haben,

- kennen die konzeptionellen Unterschiede zwischen klassischer und Quantenmechanik.
- beherrschen rechnerisch den Formalismus der Quantenmechanik und können zeitunabhängige und zeitabhängige Probleme lösen.
- sind in der Lage typische Systeme zu behandeln, gegebenenfalls auch mit geeigneten Näherungsverfahren.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Teilchen und Wellen
- Schrödingergleichung
- eindimensionale Potentialprobleme
- Postulate der Quantenmechanik
- mathematischer Formalismus und Dirac-Notation
- harmonischer Oszillator

- radialsymmetrische Probleme und Wasserstoffatom
- stationäre Störungstheorie
- Verschränkung (Entanglement)

Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Cohen- Tannoudji, Quantenmechanik. Bd. 1, Bd. 2 (teilweise) • Schwabl, Quantenmechanik • Messiah, Quantenmechanik, Bd. 1 • Fick, Einführung in die Grundlagen der Quantentheorie
------------------	---

Lehr- und Lernformen	<p>Vorlesung (4 SWS) Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)</p>
-----------------------------	---

Arbeitsaufwand	<p>60 h Vorlesung (Anwesenheit) 30 h Seminar (Anwesenheit) 150 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung Summe: 240 h</p>
-----------------------	--

Bewertungsmethode	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.</p>
--------------------------	---

Notenbildung	<p>Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.</p>
---------------------	---

Grundlage für	<p>Module Festkörperphysik, Kern-, Teilchen- und Astrophysik, Thermodynamik und Statistik, Fortgeschrittene Methoden der Quantenmechanik</p>
----------------------	--

Theoretische Mechanik

Modul zugeordnet zu Theoretische Physik

Code 8212870364

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Joachim Ankerhold, apl. Prof. Dr. Matthias Freyberger, Prof. Dr. Susana Huelga, Prof. Dr. Martin Plenio, Prof. Dr. Wolfgang Schleich

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 3. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 3. Semester, Pflicht
Physik Lehramt B.Sc., 5. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalte der Modul Mechanik und Höhere Mathematik I

Lernziele Die Studierenden lernen die Methoden und Denkweisen der theoretischen Physik am Beispiel der klassischen Mechanik kennen. Sie können Probleme der klassischen theoretischen Mechanik mathematisch formulieren, analysieren und lösen.

Inhalt

- Grundbegriffe der Punktmechanik
- Dynamik des Massenpunktes
- Mehrkörper-Systeme
- Lagrange-Formalismus
- Hamilton'sche Mechanik

Literatur

- Budo: Theoretische Mechanik
- Nolting, Grundkurs Theoretische Physik Bd 1+2
- Goldstein, Klassische Mechanik
- Kuypers, Klassische Mechanik

Lehr- und Lernformen Vorlesung (4 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)

Arbeitsaufwand 60 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
150 h Vor- und Nachbereitung
Summe: 240 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Modulprüfung.

Grundlage für Module Quantenmechanik I, Elektrodynamik, Thermodynamik und Statistik

Thermodynamik und Statistik

Modul zugeordnet zu Theoretische Physik

Code 8212870367

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Joachim Ankerhold, apl. Prof. Dr. Matthias Freyberger, Prof. Dr. Susana Huelga, Prof. Dr. Martin Plenio, Prof. Dr. Wolfgang Schleich

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 6. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 6. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalt der Module Thermodynamik, Theoretische Mechanik, Quantenmechanik und Höhere Mathematik I, II und III.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- beherrschen die Grundzüge der Quantenstatistik und kennen die Unterschiede zwischen klassischer und Quantenstatistik.
- können mit den zentralen Begriffen der statistischen Physik (Ensemble, Entropie usw.) umgehen.
- verstehen Konzepte der Beschreibung quantenmechanischer Vielteilchensysteme.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- klassische Statistik
 - Quantenstatistik
 - Zustandsgrößen und thermodynamische Potentiale
 - mikrokanonisches, kanonisches und großkanonisches Ensemble
 - Bose-Einstein- und Fermi-Dirac-Verteilung
 - Grundlagen einfacher wechselwirkender Systeme (Ising-Modell)
 - Grundlagen zur Theorie der Phasenübergänge
-

- Literatur**
- Reif, Statistische Physik und Theorie der Wärme
 - Brenig, Statistische Theorie der Wärme, Gleichgewichtsphänomene
 - Schwabl, Statistische Mechanik
 - Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Thermodynamik (Band 4), Statistische Physik (Band 6)
-

Lehr- und Lernformen Vorlesung (4 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)

Arbeitsaufwand 60 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
150 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 240 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für -

Höhere Mathematik II

Modul zugeordnet zu Mathematik

Code 8212870579

ECTS-Punkte 10

Präsenzzeit 8

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekanin oder Studiendekan der Mathematik

Dozent(en) Dozierende der Mathematik

Einordnung in die Studiengänge Chemieingenieurwesen, B.Sc., FSPO 2020, Pflichtmodul Physik und Mathematik
Computational Science and Engineering, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Elektrotechnik und Informationstechnologie, B.Sc., FSPO 2022, Pflichtmodul Mathematik
Informationssystemtechnik, B.Sc., FSPO 2017, Pflichtmodul Mathematik
Naturwissenschaften und Technik, B.Sc. Lehramt, FSPO 2022, Pflichtmodule Naturwissenschaft und Technik
Physik, B.Sc. Lehramt, FSPO 2022, Pflichtmodul Physik mit zweitem Fach Informatik
Physik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Wirtschaftsphysik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik

Vorkenntnisse

- Kenntnis und Anwendung der Differenzial- und Integralrechnung bei Funktionen einer Veränderlicher
- Kenntnis und Anwendung von linearen Gleichungssystemen
- Kenntnis und Anwendung von Vektoren im zwei- und dreidimensionalen Anschauungsraum

Lernziele Die Studierenden

- kennen die wesentlichen Begriffe und Aussagen zu den in den Modulinhalten angegebenen Themen.
- kennen den abstrakten Vektorraum begriff und können den zwei- und dreidimensionalen Anschauungsraum als Spezialfall einordnen.
- kennen den Zusammenhang zwischen Matrizen und linearen Abbildungen und können die Matrix zu einer linearen Abbildung bestimmen.

- kennen den Begriff des Euklidischen Vektorraums, können mit abstrakten Skalarprodukten rechnen und können das zwei- und dreidimensionale kanonische Skalarprodukt als Spezialfall einordnen.
- kennen das allgemeine Eigenwertproblem und berechnen im endlichdimensionalen Fall Eigenwerte und Eigenvektoren von Matrizen und linearen Abbildungen.
- können mit Determinanten von beliebigen quadratischen Matrizen rechnen.
- können Mehrfachintegrale als iterierte Integrale und mit Hilfe der mehrdimensionalen Substitutionsregel bestimmen.
- stellen mehrdimensionale Optimierungsprobleme mit und ohne Nebenbedingungen auf und lösen sie.
- können Kurvenintegrale von Vektorfeldern mit und ohne Stammfunktion berechnen.
- können Oberflächenintegrale bestimmen.
- können Fourierreihen elementarer Funktionen bestimmen und auf Konvergenz untersuchen.
- kennen und nutzen die Fouriertransformation und ihre Eigenschaften.
- kennen verschiedene mathematische Beweistechniken und können diese auswählen und anwenden.
- sind in der Lage, mathematisch-logisch und formal in Wort und Schrift zu argumentieren und ihr Vorgehen zu visualisieren.

Inhalt

- Funktionen mehrerer Veränderlicher: Differenzierbarkeit, Extremwerte, implizite Funktionen
- Krummlinige Koordinaten
- Mehrfach-Integrale, Kurvenintegrale, iterierte Integrale, Oberflächenintegrale, Integralsätze
- Vektorräume
- Skalarprodukte
- Hauptachsentransformation
- Fourierreihen

Literatur

- K. Jänich. Mathematik 1,2. Mathematik: geschrieben für Physiker. Springer, 2002.
- H. Kerner and W. von Wahl. Mathematik für Physiker. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- K. Meyberg and P. Vachenauer. Höhere Mathematik 1,2. Höhere Mathematik. Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- H. von Mangoldt and K. Knopp. Höhere Mathematik: eine Einführung für Studierende und zum Selbststudium. Höhere Mathematik / v. Mangoldt, Knopp. Hirzel, 1990.
- K. Weltner. Mathematik für Physiker und Ingenieure 1,2. Mathematik für Physiker und Ingenieure: Basiswissen für das Grundstudium. Springer-Verlag GmbH, 2012

Lehr- und Lernformen

Höhere Mathematik II (Tutorium) (2 SWS),
 Höhere Mathematik II (Übung) (2 SWS),
 Höhere Mathematik II (Vorlesung) (6 SWS)

Arbeitsaufwand

90 h Vorlesung (Anwesenheit)
 30 h Übungen (Anwesenheit)
 180 h Selbststudium
 Summe: 300 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen
Höhere Mathematik III - Funktionentheorie

Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen

Modul zugeordnet zu Mathematik

Code 8212876031

ECTS-Punkte 5

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekanin oder Studiendekan der Mathematik

Dozent(en) Dozierende der Mathematik

Einordnung in die Studiengänge Computational Science and Engineering, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Elektrotechnik und Informationstechnologie, B.Sc., FSPO 2022, Pflichtmodul Mathematik
Informationssystemtechnik, B.Sc., FSPO 2017, Pflichtmodul Mathematik
Physik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Wirtschaftsphysik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Quantum Engineering M.Sc., Adaptionsmodul, 1. oder 2. Semester

Vorkenntnisse

- Kenntnis und Anwendung der Differenzial- und Integralrechnung bei Funktionen einer und mehrerer Veränderlicher, insb.
 - Integration (Einfach- und Mehrfachintegrale)
 - Ableitungen, partielle Ableitungen
 - spezielle Funktionen
- Kenntnis und Anwendung der Linearen Algebra, insb. Matrizenrechnung
- Umgang mit mathematischen Beweisen und Beweistechniken

Lernziele Die Studierenden

- kennen die wesentlichen Begriffe und Aussagen zu den in den Modulinhalten angegebenen Themen.
- können wichtige Differenzialgleichungen 1. Ordnung aufstellen und lösen, insb.
 - lineare Differenzialgleichung
 - Bernoullische Differenzialgleichung
 - Differenzialgleichung mit getrennten Veränderlichen
 - exakte Differenzialgleichung
 - Euler-homogene Differenzialgleichung
 - Clairautsche Differenzialgleichung

- können mit Hilfe des Existenzsatzes von Picard-Lindelöf einen Potenzreihenansatz zur Lösung von Differenzialgleichungen durchführen.
- kennen den Zusammenhang zwischen Systemen von Differenzialgleichungen 1. Ordnung und Differenzialgleichungen höherer Ordnung
- können Systeme von Differenzialgleichungen 1. Ordnung aufstellen und lösen.
- können Differenzialgleichungen höherer Ordnung aufstellen und lösen.
- kennen den Begriff der Distribution und können damit rechnen.
- sind in der Lage, mathematisch-logisch und formal in Wort und Schrift zu argumentieren und ihr Vorgehen zu visualisieren.

Inhalt

- spezielle Differenzialgleichungen 1. Ordnung
- Existenzsätze für Lösungen von Differenzialgleichungen
- Systeme von Differenzialgleichungen 1. Ordnung
- Differenzialgleichungen höherer Ordnung
- Rand- und Eigenwertprobleme (optional)
- Qualitative Theorie (optional)
- Distributionen (optional)

Literatur

- K. Jänich. Mathematik 1,2. Mathematik: geschrieben für Physiker. Springer, 2002.
- H. Kerner and W. von Wahl. Mathematik für Physiker. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- K. Meyberg and P. Vachenauer. Höhere Mathematik 1,2. Höhere Mathematik. Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- H. von Mangoldt and K. Knopp. Höhere Mathematik: eine Einführung für Studierende und zum Selbststudium. Höhere Mathematik / v. Mangoldt, Knopp. Hirzel, 1990.
- W. Walter. Gewöhnliche Differentialgleichungen: Eine Einführung. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg, 2000.
- D. Werner. Einführung in die höhere Analysis: topologische Räume, Funktionentheorie, gewöhnliche Differentialgleichungen, Mass- und Integrationstheorie, Funktionalanalysis. Springer, 2006.

Lehr- und Lernformen

Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen (Tutorium, optional) (1 SWS),
 Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen (Übung) (1 SWS),
 Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen (Vorlesung) (3 SWS)

Arbeitsaufwand

48 h Vorlesung (Anwesenheit)
 16 h Übungen (Anwesenheit)
 86 h Selbststudium
 Summe: 150 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Höhere Mathematik III - Funktionentheorie

Modul zugeordnet zu Mathematik

Code 8212870266

ECTS-Punkte 5

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekanin oder Studiendekan der Mathematik

Dozent(en) Dozierende der Mathematik

Einordnung in die Studiengänge Computational Science and Engineering, B.Sc., FSPO 2019, Wahlpflichtmodul Computational Science and Engineering
Elektrotechnik und Informationstechnologie, B.Sc., FSPO 2022, Pflichtmodul Mathematik
Informationssystemtechnik, B.Sc., FSPO 2017, Pflichtmodul Mathematik
Physik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik

Vorkenntnisse Kenntnis und Anwendung der Differenzial- und Integralrechnung, insb.

- Einfach- und Mehrfachintegrale
- Potenzreihen
- Rechnen mit komplexen Zahlen
- unendliche Reihen

Umgang mit mathematischen Beweisen und Beweistechniken

Lernziele Die Studierenden

- kennen die wesentlichen Begriffe und Aussagen zu den in den Modulinhalten angegebenen Themen.
- können komplexwertige Folgen und Reihen (insb. Potenzreihen) auf Konvergenz zu untersuchen.
- können Möbiustransformationen mit vorgegebenem Abbildungsverhalten konstruieren.
- können komplexwertige Kurvenintegrale aufstellen und berechnen:
 - mit Hilfe der Definition
 - mit Hilfe fortgeschrittener Hilfsmittel wie des Cauchyschen Integralsatzes und des Residuensatzes.

- können mit Hilfe des Cauchyschen Integralsatzes und des Residuensatzes reellwertige Integrale berechnen.
- können isolierte Singularitäten klassifizieren.
- können Funktionen um isolierte Singularitäten in eine Laurentreihe entwickeln.
- kennen die Produktentwicklung elementarer Funktionen und können diese anwenden.
- kennen verschiedene mathematische Beweistechniken und können diese auswählen und anwenden.
- sind in der Lage, mathematisch-logisch und formal in Wort und Schrift zu argumentieren und ihr Vorgehen zu visualisieren.

Inhalt

- Kurvenintegrale
- komplexe Folgen und Reihen, Möbiustransformationen
- analytische Funktionen
- Cauchy'scher Integralsatz, Cauchy'sche Integralformel
- Laurentreihen
- Residuensatz
- unendliche Produkte

Literatur

- K. Jänich. Mathematik 1,2. Mathematik: geschrieben für Physiker. Springer, 2002.
- H. Kerner and W. von Wahl. Mathematik für Physiker. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- K. Meyberg and P. Vachenauer. Höhere Mathematik 1,2. Höhere Mathematik. Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- H. von Mangoldt and K. Knopp. Höhere Mathematik: eine Einführung für Studierende und zum Selbststudium. Höhere Mathematik / v. Mangoldt, Knopp. Hirzel, 1990.
- D. Werner. Einführung in die höhere Analysis: topologische Räume, Funktionentheorie, gewöhnliche Differentialgleichungen, Mass- und Integrationstheorie, Funktionalanalysis. Springer, 2006.

Lehr- und Lernformen

Höhere Mathematik III - Funktionentheorie (Tutorium, optional) (1 SWS),
 Höhere Mathematik III - Funktionentheorie (Übung) (1 SWS),
 Höhere Mathematik III - Funktionentheorie (Vorlesung) (3 SWS)

Arbeitsaufwand

48 h Vorlesung (Anwesenheit)
 16 h Übungen (Anwesenheit)
 86 h Selbststudium
 Summe: 150 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Höhere Mathematik I

Modul zugeordnet zu Mathematik

Code 8212870374

ECTS-Punkte 10

Präsenzzeit 8

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekanin oder Studiendekan der Mathematik

Dozent(en) Dozierende der Mathematik

Einordnung in die Studiengänge Biomedizinische Technik, B.Sc., FSPO 2023, Pflichtmodul Mathematik
Chemieingenieurwesen, B.Sc., FSPO 2020, Pflichtmodul Physik und Mathematik
Computational Science and Engineering, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Elektrotechnik und Informationstechnologie, B.Sc., FSPO 2022, Pflichtmodul Mathematik
Informatik Lehramt, B.Sc., FSPO 2022, Pflichtmodul Informatik mit zweitem Fach Physik
Informationssystemtechnik, B.Sc., FSPO 2017, Pflichtmodul Mathematik
Physik, B.Sc. Lehramt, FSPO 2022, Physik mit zweitem Fach Naturwissenschaft und Technik, Pflichtmodul
Physik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Wirtschaftsphysik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik

Vorkenntnisse Routine im Umgang mit mathematischen Begriffen auf Schulniveau

Lernziele Die Studierenden

- kennen die wesentlichen Begriffe und Aussagen zu den in den Modulinhalten angegebenen Themen.
- stellen lineare Gleichungssysteme auf und lösen sie.
- kennen die wichtigsten elementaren Funktionen und ihre Eigenschaften und können diese grafisch darstellen.
- bestimmen die Ableitung von Funktionen mit Hilfe von Differenzierungsregeln.
- kennen wichtige Techniken (insb. Substitutionsregel, partielle Integration und Bestimmung der Stammfunktion rationaler Funktionen) zur Berechnung von Integralen über Funktionen mit einer Veränderlicher und wenden diese an.
- können Berechnungen mit zwei- und dreidimensionalen Vektoren durchführen, auch mit Skalar- und Vektorprodukt.

- kennen die Definition des Grenzbegriffs für Folgen und Funktionen und können entsprechende Grenzwerte berechnen.
- kennen die Potenzreihenentwicklungen wichtiger elementarer Funktionen und können Potenzreihenentwicklungen selbst bestimmen.
- kennen verschiedene mathematische Beweistechniken und können diese auswählen und anwenden.
- sind in der Lage, mathematisch-logisch und formal in Wort und Schrift zu argumentieren und ihr Vorgehen zu visualisieren.

Inhalt

- Vorkurs:
 - Vollständige Induktion, Summen
 - Vektorrechnung, Koordinatensysteme, Kegelschnitte
 - Elementare Funktionen, Taylorreihen
 - Integrationsregeln
 - elementare Differenzialgleichungen
 - Mengen, reelle und komplexe Zahlen
 - Konvergenz von Folgen, unendliche Reihen
 - Determinanten und Matrizen, Gauß'sches Eliminationsverfahren
- Funktionen und Stetigkeit
- Differenzialrechnung: Ableitungen, Mittelwertsätze, Satz von Taylor, Extremwerte, Potenzreihen
- Integralrechnung, Riemann-Integral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung

Literatur

- K. Jänich. Mathematik 1,2. Mathematik: geschrieben für Physiker. Springer, 2002.
- H. Kerner and W. von Wahl. Mathematik für Physiker. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- K. Meyberg and P. Vachenauer. Höhere Mathematik 1,2. Höhere Mathematik. Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- H. von Mangoldt and K. Knopp. Höhere Mathematik: eine Einführung für Studierende und zum Selbststudium. Höhere Mathematik / v. Mangoldt, Knopp. Hirzel, 1990.
- K. Weltner. Mathematik für Physiker und Ingenieure 1,2. Mathematik für Physiker und Ingenieure: Basiswissen für das Grundstudium. Springer-Verlag GmbH, 2012

Lehr- und Lernformen

Höhere Mathematik I (Tutorium, optional) (2 SWS),
 Höhere Mathematik I (Übung) (2 SWS),
 Höhere Mathematik I (Vorlesung) (6 SWS)

Arbeitsaufwand

90 h Vorlesung (Anwesenheit)
 30 h Übungen (Anwesenheit)
 180 h Selbststudium
 Summe: 300 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Höhere Mathematik II
Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen
Höhere Mathematik III - Funktionentheorie

Computeranwendungen

Modul zugeordnet zu Praktika

Code 8212872171

ECTS-Punkte 5

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 2

Turnus beginnt jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Dr. Jürgen Stockburger

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflichtmodul, 1. und 2. Semester
Wirtschaftsphysik B.Sc., Pflichtmodul, 1. und 2. Semester

Vorkenntnisse Keine

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- sind mit dem Einsatz von Computern zur Lösung von einfachen mathematischen Fragestellungen vertraut.
- kennen numerische Lösungsverfahren, die in der Physik zum Einsatz kommen und können diese anwenden.
- sind in der Lage, mit geeigneter Software (z.B. Maple, Mathematica, CAS-Programme, MATLAB) zu simulieren.
- können berechnete Ergebnisse geeignet darstellen.
- können einen einfachen wissenschaftlichen Bericht mit LaTeX erstellen.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Einführung in das Programmieren und Simulieren mit MATLAB
 - Einführung in numerische Lösungsverfahren
 - Einführung in Maple
 - Einführung in LaTeX
-

Literatur

- Analysis mit Maple (Braun/Meise)
- Gewöhnliche Differenzialgleichungen (Forst/Hoffmann)
- MatLab kompakt (Schweizer)

- Einstieg in das Programmieren mit MatLab (Stein)

Lehr- und Lernformen Vorlesung (2 SWS)
Übung im PC-Pool (2 SWS)
Projekt (1 SWS)

Arbeitsaufwand 20 h Programmierkurs (Anwesenheit)
10 h LaTeX-Kurs (Anwesenheit oder Selbststudium)
60 h Einführung in Maple, MatLab, numerische Methoden (Anwesenheit)
60 h Selbststudium und Projektarbeit
Summe: 150 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der benoteten Teilnahme an allen Phasen des Projekts. Das Bewertungsschema wird zu Projektbeginn bekanntgegeben.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Alle weiteren Module.

Fortgeschrittenenpraktikum Physik I

Modul zugeordnet zu Praktika

Code 8212870373

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 8

Unterrichtssprache Deutsch und Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Othmar Marti, Dr. Manuel Gonçalves

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 6. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik M.Sc., 1. Semester, Pflicht
Informatik, M.Sc., Wahlmodul, 1. bis 3. Semester

Vorkenntnisse Formale Voraussetzungen beim Studiengang Physik B.Sc.: Erfolgreiches Bestehen der Module Grundpraktikum Physik I und II.

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalt der Module Grundpraktikum Physik I und II, Optik, Thermodynamik, Atom- und Molekülphysik, Quantenmechanik

Lernziele

Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- verstehen moderne Messmethoden und beherrschen die Bedienung komplexer Messapparaturen.
 - sind in der Lage, Messungen und Datenanalyse bei fortgeschrittenen physikalischen Experimenten durchzuführen.
 - beherrschen die saubere und vollständige Protokollierung von Messdaten.
 - können Aufbau, Ablauf und Auswertung von komplexen Experimenten sowie die Ergebnisse in einem Bericht übersichtlich darstellen.
-

Inhalt

In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Moderne mikroskopische Methoden
 - Festkörperphysik
 - Halbleiterphysik
 - Kernphysik
 - Streu- und Beugungsmethoden
 - Optische Spektroskopie
-

- Biophysik
- Physik der weichen Materie
- Grundlagen der fortgeschrittenen Messtechnik
- Grundlagen der Astrophysik

Literatur Praktikumsanleitung

Lehr- und Lernformen Laborpraktikum mit 4 zweitägigen Experimenten (8 SWS)

Arbeitsaufwand 64 h Praktikum (Anwesenheit)
176 h Selbststudium
Summe: 240 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der unbenoteten Teilnahme an allen Phasen des Praktikums. Das Bewertungsschema wird zu Praktikumsbeginn bekanntgegeben.

Notenbildung Das Modul ist unbenotet.

Grundlage für Bachelorarbeit in der experimentellen Physik

Grundpraktikum Physik I

Modul zugeordnet zu Praktika

Code 8212876040

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 2

Turnus beginnt jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) apl. Prof. Dr. Berndt Koslowski

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 1. bis 3. Semester, Pflicht
Physik Lehramt B.Sc., 1. bis 3. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalte der Module Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Höhere Mathematik I, Computeranwendungen I

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- sind mit den Grundzügen der Mess- und Experimentiertechnik vertraut und haben den Umgang mit Labor- und Messgeräten geübt.
- können mechanische, elektrische und magnetische Größen messen.
- sind in der Lage, die Durchführung von Laborexperimenten in einem Messprotokoll zu dokumentieren.
- beherrschen wichtige Verfahren der Fehlerrechnung und -abschätzung.
- können Laborexperimente auswerten, die Ergebnisse in geeigneter Form darstellen und in einem Bericht zusammenfassen.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Grundlegende Versuche zu Schwingungen, Viskosität und Oberflächenspannung
- Grundlegende Versuche zu Feldern, Strömen und Potentialen in der Elektrizitätslehre
- Bauelemente (Zwei- und Mehrpole)
- Messschaltungen
- Energiewandlung
- Datenanalyse mit MATLAB, Maple und Origin

Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikumsanleitungen • P.A. Tipler, G. Mosca: Physik, Spektrum Akademischer Verlag • W. Demtröder: Experimentalphysik 1-4, Springer Verlag • W. Walcher: Praktikum der Physik, Teubner Verlag
<hr/>	
Lehr- und Lernformen	<p>Grundpraktikum Physik Ia: Blockpraktikum nach dem 1. Semester (1 SWS) Grundpraktikum Physik Ib: Praktikum im 2. Semester (2 SWS) Grundpraktikum Physik Ic: Praktikum im 3. Semester (3 SWS) Durchführung in Zweier-Teams</p>
<hr/>	
Arbeitsaufwand	<p>Grundpraktikum Physik Ia: 20 h (Anwesenheit), 10 h Vorbereitung des Praktikums Grundpraktikum Physik Ib: 25 h (Anwesenheit), 10 h Vorbereitung, 25 h Berichterstellung und Korrektur Grundpraktikum Physik Ic: 30 h (Anwesenheit), 10 h Vorbereitung, 50 h Berichterstellung und Korrektur Summe: 180 h</p>
<hr/>	
Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus der unbenoteten Teilnahme an allen Phasen des Praktikums. Das Bewertungsschema wird zu Praktikumsbeginn bekanntgegeben.
<hr/>	
Notenbildung	Das Modul ist unbenotet.
<hr/>	
Grundlage für	Modul Grundpraktikum Physik II
<hr/>	

Grundpraktikum Physik II

Modul zugeordnet zu Praktika

Code 8212876041

ECTS-Punkte 9

Präsenzzeit 9

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Berndt Koslowski, Dr. Manuel Gonçalves

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflichtmodul, 4. Semester

Vorkenntnisse Inhalt der Module Optik, Thermodynamik, Atomphysik, Grundpraktikum Physik I, Höhere Mathematik III

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

Grundpraktikum Physik II:

- sind mit den Grundzügen der Mess- und Experimentiertechnik vertraut.
- können mechanische, elektrische, magnetische, optische und thermische Größen messen.
- sind im Umgang mit Labor- und Messgeräten geübt.
- sind in der Lage, die Durchführung von Laborexperimenten in einem Messprotokoll zu dokumentieren.
- beherrschen wichtige Verfahren der Fehlerrechnung und -abschätzung.
- können Laborexperimente auswerten, die Ergebnisse in geeigneter Form darstellen und in einem Bericht zusammenfassen.

Digitale Datenerfassung und -analyse:

- können einfache mechanische Experimente mit dem Computer steuern und Messwerte automatisch erfassen.
- können mit dem Mikrocontroller ARDUINO einfache Module zur Steuerung und Regelung programmieren.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

Grundpraktikum Physik II:

- Versuche aus der Strahlenoptik
- Versuche aus der Wellenoptik
- Eigenschaften elektromagnetischer Wellen und von Schallwellen
- Eigenschaften realer Gase, Kalorimetrie
- Energie, Temperatur und Materie

Digitale Datenerfassung und -analyse:

- Aufbau einfacher Versuche aus der Mechanik
- Verbinden der Versuche mit dem Mikrocontroller
- Erfassung der Daten mit Mikrocontroller
- Datenanalyse mit MATLAB, Maple und Origin
- Programmierung einfacher Datenerfassungsmodulare mit Mikrocontroller

Literatur

- Praktikumsanleitungen
- P.A. Tipler, G. Mosca: Physik, Spektrum Akademischer Verlag
- W. Demtröder: Experimentalphysik 1-4, Springer Verlag
- W. Walcher: Praktikum der Physik, Teubner Verlag

Lehr- und Lernformen

Grundpraktikum Physik II (6 SWS)
Digitale Datenerfassung und -analyse (3 SWS)
Versuchsdurchführung in Zweiergruppen.

Arbeitsaufwand

Grundpraktikum Physik II: 60 h Praktikum (Anwesenheit), 30 h Vorbereitung, 90 h
Berichterstellung und Korrektur
Digitale Datenerfassung und -analyse: 30 h Praktikum (Anwesenheit), 20 h
Vorbereitung, 40 h Berichterstellung und Korrektur
Summe: 270 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus der unbenoteten Teilnahme an allen Phasen des Praktikums. Das Bewertungsschema wird zu Praktikumsbeginn bekanntgegeben.

Notenbildung

Das Modul ist unbenotet.

Grundlage für

Modul Projektpraktikum
Modul Fortgeschrittenenpraktikum Physik I

Projektpraktikum

Modul zugeordnet zu Praktika

Code 8212870372

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Othmar Marti

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 5. Semester, Pflicht
LA Physik, 6. Semester, Wahlmodul

Vorkenntnisse Inhalt der Module Grundpraktikum Physik, Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Atomphysik, Optik, Thermodynamik, Theoretische Mechanik, Quantenmechanik

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- können eine einfache physikalische Aufgabe aus der experimentellen oder theoretischen Physik lösen.
- können sich selbständig in ein Thema einarbeiten und eine realistische Zeiteinteilung für ein eigenes Projekt entwerfen.
- haben problemorientiertes Arbeiten erlernt.
- haben Schlüsselqualifikationen wie Selbständigkeit und Teamarbeit trainiert.
- können ihr Projekt schriftlich und mündlich präsentieren.

Inhalt Die Studierenden führen eigenständig vorgegebene oder selbst gewählte Experimente aus den Gebieten der Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre, Thermodynamik, Atomphysik oder der Physik der kondensierten Materie durch.

Alternativ können sie vorgegebene oder selbst gewählte Problemstellungen aus der theoretischen Physik bearbeiten.

Literatur Demtröder: *Experimentalphysik Bd. 1 und 2*

Lehr- und Lernformen Laborpraktikum (6 SWS). Bearbeitung eines frei wählbaren Projektes in Zweiergruppen. Schriftliche und mündliche Präsentation der Ergebnisse.

Arbeitsaufwand 90 h Praktikum (Anwesenheit)
90 h Selbststudium, Berichterstellung und Vortragsvorbereitung
Summe: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der benoteten Teilnahme an allen Phasen des Projekts. Das Bewertungsschema wird zu Projektbeginn bekanntgegeben.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich dem nach Leistungspunkten gewichteten Mittelwert der Einzelnoten.

Grundlage für Experimentelle Bachelorarbeit

Hauptseminar Physik

Modul zugeordnet zu Hauptseminar

Code 8212874785

ECTS-Punkte 4

Präsenzzeit 2

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Alle Dozenten der Physik

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 5. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 5. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalt der Module Elektrizität und Magnetismus, Optik, Atomphysik, Theoretische Mechanik, Quantenmechanik (abhängig vom gewählten Thema)

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- sind in der Lage, in der Bibliothek, in Datenbanken und Zeitschriften ein physikalisches Thema nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu recherchieren.
- haben die Fähigkeit erworben, wissenschaftliche Inhalte zu strukturieren und in einem Vortrag unter Einhaltung einer Zeitvorgabe zu präsentieren.
- haben erlernt, ihren Standpunkt in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen.

Inhalt In jedem Semester werden mehrere Hauptseminare zu wechselnden Themen aus der experimentellen und theoretischen Physik angeboten.

Literatur -

Lehr- und Lernformen Seminar (2 SWS)

Arbeitsaufwand 30 h Seminar (Anwesenheit)
90 h Ausarbeitung des Vortrags
Summe: 120 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der Bearbeitung eines vorgegebenen Themas und der benoteten mündlichen und schriftlichen Präsentation der Ergebnisse sowie der Beteiligung an der Diskussion.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Ausarbeitung von wissenschaftlichen Vorträgen und Präsentation eigener Ergebnisse.

Asymptotic Methods

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212873960

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) apl. Prof. Dr. Maxim A. Efremov

Einordnung in die Studiengänge Physik M.Sc., Wahlmodul, 1. oder 2. Semester
Physik B.Sc., Wahlmodul
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul, 1. bis 3. Semester

Vorkenntnisse Grundkenntnisse in der theoretischen Physik

Lernziele The aim of this special lecture series is to provide students with a Bachelor or Master degree with advanced mathematical tools to solve different problems faced by physicists, engineers, and applied mathematicians.

Inhalt Each method is illustrated by both well known and completely new examples of physics problems appeared within classical and quantum mechanics. Methods include but are not limited to:

- approximate solutions of transcendental equations,
- asymptotic calculus for integrals and sums,
- the saddle point and contour integration methods,
- the WKB method and its generalizations for differential equations of different types,
- the methods of averaging.

Literatur

- Additional N.G. de Bruijn, Asymptotic methods in analysis (Dover, 2010)
- C.M. Bender and S.A. Orszag, Advanced asymptotic methods for scientists and engineers: asymptotic methods and perturbation theory (Springer, 1999)
- A.H. Nayfeh, Perturbation methods (Wiley, 2007)
- E.J. Hinch, Perturbation methods (Cambridge University Press, 1995)

Lehr- und Lernformen Vorlesung (3 SWS)
Seminar (2 SWS)

Arbeitsaufwand 45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
180 h gesamt

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Vertiefung in theoretischer Physik

Biophysics: Fundamentals

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212876025

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Christof Gebhardt, Prof. Dr. Jens Michaelis, Prof. Dr. Kay Gottschalk

Einordnung in die Studiengänge Physics M.Sc., Wahlmodul
Physik B.Sc., Wahlmodul
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul

Vorkenntnisse Optik, Thermodynamik, Atom- und Molekülphysik

Achtung: Das Modul kann nicht angerechnet werden, wenn bereits das Modul "71164 Soft Matter Physics and Biophysics" erfolgreich absolviert wurde.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- verstehen die grundlegenden Konzepte, Ideen und Methoden der Biophysik
 - sind in der Lage, biophysikalische Phänomene mit einfachen physikalischen Modellen zu beschreiben
-

Inhalt

- Zeit- und Längsskala in der Biophysik
- Brownische Bewegung und Diffusion, Chemotaxis von Bakterien
- Physik bei niedrigen Reynoldzahlen
- Struktur und Mechanik von zellulären Biomolekülen, Methoden der Strukturbestimmung
- Polymermodelle für die Beschreibung von Biomolekülen
- Protein-Faltung
- Kraft-Spektroskopie
- Fluoreszenzspektroskopie und -mikroskopie
- Elektrostatik in der Biophysik
- Neurobiologie

-
- Literatur**
- Phillips, Kondev, Theriot: Physical Biology of the Cell, Garland Science
 - Howard: Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton, Sinauer
 - Berg: Random Walks in Biology, Princeton University Press
 - Lakowicz: Principles of Fluorescence Spectroscopy, Springer
 - Alberts: Molecular Biology of the Cell, Garland Science

Lehr- und Lernformen Vorlesung (4 SWS)
Praktikum (1 SWS)

Arbeitsaufwand 60 h Vorlesung (Anwesenheit)
15 h Praktikum (Anwesenheit)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Modulprüfung.

Grundlage für Spezialisierung im Bereich Biophysik

Econophysics: Non-Equilibrium Statistics

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212871778

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) PD Dr. Jürgen Stockburger

Einordnung in die Studiengänge Physik M.Sc., Wahlmodul
Physik B.Sc., Wahlmodul
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul

Vorkenntnisse Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- kennen formale Methoden der fortgeschrittenen statistischen Physik.
- können die erlernten statistischen Methoden in naturwissenschaftlichem und interdisziplinärem Kontext anwenden.

Inhalt Stochastik in ökonomischen und physikalischen Systemen

- stochastische Prozesse, Markov-Ketten
- Ito-Prozesse
- Anwendung: Black-Scholes-Theorie
- physikalisches Modell: Langevin-Gleichung
- Geburts- und Todes-Prozesse

Dynamik und Statistik offener Systeme

- Liouville-Gleichung
- Projektorformalismus
- Mastergleichung und Fokker-Planck-Gleichung
- Offene Quantensysteme

Lösungsverfahren

- Zeitskalenseparation und verwandte Näherungen
- Pfadintegralmethoden

Elemente und Anwendungen der Informationstheorie

- informationstheoretische Grundbegriffe
- Beziehungen zum Entropiebegriff der Thermostatistik
- Datenaufbereitung durch Entropiemaximierung

Literatur

-

Lehr- und Lernformen

Vorlesung (3 SWS)
Seminar (2 SWS)

Arbeitsaufwand

45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 180 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Forschung im Bereich der Ökonophysik und theoretischen Physik.

Forschungsprojekt Bachelor Physik

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212875023

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit *keine Angaben*

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Alle Dozenten des Fachbereichs Physik

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Wahlmodul

Vorkenntnisse Formale Voraussetzungen:

Das Forschungsprojekt Bachelor Physik ermöglicht guten Bachelorstudierenden noch vor der Bachelorarbeit in der Forschung eines Physikinstituts oder einer dem Fachbereich Physik angeschlossenen Einrichtung mitzuarbeiten. Jeder Prüfer des Fachbereichs Physik kann ein Forschungsprojekt ausschreiben, darf aber nicht mehr als eines pro Semester betreuen.

Studierende bewerben sich mit Motivationsschreiben und Notenspiegel.

Voraussetzung ist, dass das Projekt im 5. oder 6. Fachsemester durchgeführt wird und die Studierenden bis zu Beginn des Forschungsprojekts die Module gemäß Studienplan absolviert haben. Konkret müssen bei Durchführung des Projekts im 5. Fachsemester 110 LP und im 6. Fachsemester 140 LP nachgewiesen werden.

Lernziele Bearbeitung, Dokumentation und Präsentation eines forschungsnahen Projekts.

Inhalt Abhängig von der Aufgabenstellung.

Literatur Abhängig von der Aufgabenstellung.

Lehr- und Lernformen Projektarbeit

Arbeitsaufwand 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der benoteten Teilnahme an allen Phasen des Projekts. Das Bewertungsschema wird zu Projektbeginn bekanntgegeben.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Eigenständige Bearbeitung von Projekten.

Fortgeschrittene Methoden der Quantenmechanik

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212871155

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Susana Huelga, Prof. Dr. Wolfgang Schleich

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Wahlmodul, 6. Semester
Physik M.Sc., Wahlmodul, 1.-2. Semester

Vorkenntnisse Grundlagen der Quantenmechanik

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- wissen, wie die Quantenmechanik relativistisch formuliert wird.
- kennen den Formalismus der zweiten Quantisierung und können diesen für Elektron- und Photonfelder skizzenhaft herleiten.
- wissen, wie die Kopplung zwischen diesen Feldern hergestellt wird.
- haben den störungstheoretischen Zugang zur Elektron-Photon-Wechselwirkung mittels Feynman-Graphen verstanden.
- können die Berechnung einfacher Feynman-Diagramme nachvollziehen.
- beherrschen die Konventionen und die mathematischen Methoden, die für dieses Gebiet relevant sind (Operator-Algebra, Fourier-Integrale, kovariante Formulierung, Tensoren).

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachlichen Inhalte vermittelt:

- relativistische Quantenmechanik (Klein-Gordon- und Dirac-Gleichung)
- zweite Quantisierung
- Elektron-Photon-Wechselwirkung durch das Prinzip der minimalen Kopplung
- Feynman-Regeln, Berechnung von einfachen Feynman-Diagrammen
- Technik und Problematik der Feynman-Graphen, Renormalisierung

- Literatur**
- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu und F. Laloë: Quantum Mechanics, Vol. I and II (Wiley, New York, 1977)
 - L.D. Landau und E.M. Lifshitz: Quantum Mechanics (Pergamon Press, New York, 1958)
 - J.I. Sakurai: Advanced Quantum Mechanics (Addison-Wesley, Redwood, 1987)
 - C. Itzykson und J.B. Zuber: Quantum Field Theory (McGraw-Hill, New York, 1966)
 - F. Mandl und G. Shaw: Quantum Field Theory (Wiley, New York, 1984)
-

Lehr- und Lernformen Vorlesung (3 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)

Arbeitsaufwand 45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
105 h Selbststudium
Summe: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Modulprüfung.

Grundlage für Spezialisierung im Bereich der Quantenphysik

Introduction to Nuclear Magnetic Resonance

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212877108

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan der Physik

Dozent(en) Dr. Raiker Witter

Einordnung in die Studiengänge Physics M.Sc., D - Examination Field Master Programmes, E - Examination Field General Range of Studies, 1. oder 2. Semester

Quantum Engineering M.Sc., Wahlpflichtbereich Quantum Physik, 1. oder 2. Semester

Vorkenntnisse Physicalische Chemie; QM II, Atom- und Molekülphysik

Quantum Engineering M.Sc., Compulsory Elective Area Physics, 1st – 3rd semester

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben:

- kennen und verstehen das breite Spektrum, die Anwendbarkeit und die Perspektive der NMR-Spektroskopie in verschiedenen Bereichen (Physik, Chemie und Biomedizin);
- haben den Hamiltonian der Wechselwirkungen zwischen Elektronen und Kernen im Kontext eines externen Magnetfeldes verstanden (quantenmechanische/chemische Ansätze inkl. Störungstheorie);
- kennen die quantenmechanischen Grundlagen zum Verständnis, zur Beschreibung und zur Simulation von NMR-Experimenten einschließlich Spektren;
- haben das Grundverständnis zur Interpretation von spektroskopischen Befunden, Materialcharakterisierungen bis hin zu 3D-Strukturbestimmungen und Bildgebung;
- sind in der Lage, die Methodik mit EPR, Nano-Sensing und Quantum Computing zu kombinieren;
- und sind in der Lage, das Wissen praktisch anzuwenden, um in anderen physikalischen Fächern (Atom-/Molekül-, Festkörper- und Quanteninformationsphysik), naturwissenschaftlichen Bereichen (organische,

biomedizinische, anorganische, physikalische Chemie) und dem weiten Feld der Masterarbeiten in den Naturwissenschaften voranzukommen.

Inhalt

In diesem Modul werden die folgenden technischen Inhalte vermittelt:

(1) Einführend: Stern-Gerlach-Experiment, Rabi-Experiment, NMR-bezogene Nobelpreise;

(2) theoretisch: der Spin, Wellenfunktion, Schrödingergleichung, Elektronen-Kern-Hamiltonian mit Magnetfeld (inkl. Störungstheorie), Liouville-von-Neumann-Gleichung, Dichteoperator/-matrix, Zeitentwicklungsoperator (Propagator), Gleichgewichts- vs. angeregte Zustände, Beobachtung/Trunkierung angeregte Zustände, Multi-Quanten-Kohärenzen, Beobachtung/Trunkierung, rotierender Rahmen, durchschnittlicher Hamiltonian, irreduzibler Tensorformalismus, Relaxation (Fluktuation, Autokorrelation, Spektraldichte, Übergangsraten und Relaxationszeiten), Produktoperatorformalismus, etc;

(3) experimentell: grundlegender Aufbau (Magnetfeld inkl. Gradienten, induktive Detektion, Resonanzkreis, Duplexer, Quadraturdetektion, ADC und Computer), Signal-Rausch-Verhältnis, gepulste Experimente, Fourier-Transformation, spektrale Anpassung, Signalzuordnung, Referenzierung, Magischer-Winkel-Spinning, Rotor-Synchronität, ex-situ, in-situ, operando-Charakterisierungen inkl. grundlegender MRI usw.; und

(4) angewandt: schließlich wird ein Einstieg in die Flüssig- und Festkörper-NMR anhand repräsentativer Beispiele aus der organischen, biomedizinischen (3D-Strukturbestimmung) und anorganischen Chemie (z.B. Charakterisierung von Batteriematerialien und -geräten) gegeben.

Darüber hinaus wird eine umfassende Einführung in die dynamische Kernpolarisation (DNP), Elektronenspinresonanz (EPR), Quantensensorik und Quantencomputer gegeben.

Literatur

- Understanding NMR Spectroscopy; James Keeler, Wiley, 2010
- Quantum Mechanics Vol. 1 & 2, C. Cohen-Tannoudji et al., 1977
- Spin Dynamics, M. H. Levitt, 2008
- Principles of Magnetic Resonance, C. P. Slichter, 1978
- Principles of Nuclear Magnetism, A. Abragam, Clarendon Press, 1983
- Introduction to Solid-State NMR Spectroscopy, Melinda J. Duer, John Wiley & Sons, 2005
- Applications of NMR Spectroscopy, Atta-ur-Rahman and M. Iqbal Choudhary, Bentham, 2015
- Electron Paramagnetic Resonance Spectroscopy: Fundamentals, Patrick Bertrand, Springer, 2020
- Handbook of High Field Dynamic Nuclear Polarization, Vladimir K. Michaelis et al., Wiley, 2020
- NMR Quantum Information Processing, Ivan Oliveira et al., Elsevier Science, 2011

- Lectures on General Quantum Correlations and their Applications (Quantum Science and Technology), Felipe Fernandes Fanchini et al., Springer, 2017
- Electron Spin Resonance (ESR) Based Quantum Computing (Biological Magnetic Resonance Book 31), Takeji Takui, Lawrence Berliner et al., 2016

Lehr- und Lernformen

Vorlesung (3 SWS) mit Arbeitsblättern, sowie Seminar (2 SWS) zum Vorstellen der Ergebnisse inklusive Frage-Antwort-Stunden (2 h/w).

Arbeitsaufwand

45 h Vorlesung (Anwesenheit)

30 h Seminar (Anwesenheit)

105 h Eigenstudium

Total: 180 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Das Modul kann als vielseitige Grundlage für ein breiteres Spektrum von Folgethemen, inkl. Masterarbeiten, auch über die NMR hinaus, angesehen werden, da die Spektroskopie über Jahrzehnte und Nobelpreise entwickelt wurde und mit übergreifenden Charakter dargestellt wird, der ständige Synergien von Theorie und Experimenten zur Anwendungen in Physik, Chemie und Biomedizin bietet.

Matrix Analysis

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212877080

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache English

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Dr. Koenraad Audenaert

Einordnung in die Studiengänge Physics M.Sc., 1. oder 2. Semester, Wahlmodul

Vorkenntnisse Lineare Algebra, Grundbegriffe der Quantenmechanik

Lernziele

Die Studierenden, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben

- kennen die Konzepte und Techniken der Matrixanalyse, die in der Quantenphysik und verwandten Gebieten am häufigsten verwendet werden
- können diese Techniken auf eine Vielzahl von Problemen anwenden
- kennen die verschiedenen Ordnungsbeziehungen zwischen Matrizen
- sind in der Lage, bestimmte matrixanalytische Aussagen zu beweisen oder zu widerlegen oder sie mit Hilfe spezieller Computersoftware numerisch zu überprüfen.

Inhalt

Die Vorlesungen behandeln diejenigen Themen aus dem Bereich der Matrixanalyse, die für die Quantenphysik und verwandte Gebiete am wichtigsten sind:

1. 2-by-2-Blockmatrizen und Schur-Komplemente
2. Variationale (Minimax) Charakterisierungen von Eigenwerten und Singulärwerten (Courant-Fischer, Ky Fan)
3. Einheitlich invariante Normen; Ky-Fan-Dominanztheorem
4. Matrixordnungen: Majorisierungsordnung, Spektralordnung, positiv semidefinite Ordnung
5. Ordnungserhaltende Funktionen und Operationen: Konvexe Schur-Funktionen, monotone und konvexe Matrixfunktionen
6. Matrix-Ungleichungen: Ungleichungen von Weyl, Lidskii und Mirsky; Cauchy-Schwarz-Ungleichung für Matrizen und ihre Verallgemeinerungen; Arithmetisch-Geometrische-Mittelwert-Ungleichung; Golden-Thompson-Ungleichung

7. Eingangswise positive Matrizen; Perron-Frobenius-Theorie
8. Positive und vollständig positive lineare Abbildungen
9. Das Lieb-Konkavitäts-Theorem für die Quantenentropie
10. Das Hornsche Problem und das Quantenrandproblem

Literatur	<ul style="list-style-type: none">• R.A. Horn and C.R. Johnson: <i>Matrix Analysis</i>, Cambridge University Press (2013).• R.A.Horn and C.R. Johnson: <i>Topics in Matrix Analysis</i>, Cambridge University Press (1994).• R. Bhatia: <i>Matrix Analysis</i>, Springer (1997).• R. Bhatia: <i>Positive Definite Matrices</i>, Princeton University Press (2007).
------------------	---

Lehr- und Lernformen	Vorlesung (2 SWS) mit Seminar (1 SWS)
-----------------------------	---------------------------------------

Arbeitsaufwand	30 h Vorlesung (Anwesenheit) 15 h Seminar (Anwesenheit) 75 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung Summe: 120 h
-----------------------	---

Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §24 (3) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.
--------------------------	---

Notenbildung	Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.
---------------------	--

Grundlage für	-
----------------------	---

Matter Wave Optics

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212877079

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Dr. Christian Brand

Einordnung in die Studiengänge Physics M.Sc., Wahlmodul.
Quantum Engineering M.Sc., Wahlpflichtbereich Quantum Physik, 1. oder 2. Semester

Vorkenntnisse -

Lernziele Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben,

- haben einen Überblick über die Physik von Materiewellen.
- kennen verschiedene Methoden zur Vorbereitung, Manipulation und zum Nachweis von Materiewellen.
- verstehen die Vorteile und den Nutzen von Materiewellen in der Metrologie.

Inhalt Diese Vorlesungsreihe gibt eine umfassende Einführung in die Physik der Materiewellen, die Teilchen von Elektronen bis hin zu massiven Molekülen abdeckt. Im Verlauf der Reihe lernen die Studierenden Techniken zur Vorbereitung, Manipulation und zum Nachweis von Materiewellen kennen. Wir werden die grundlegenden Konzepte von Materiewellenexperimenten erörtern und zeigen, wie sie für die Metrologie, die Trägheitssensorik und die Suche nach neuer Physik genutzt werden.

- Strahlenteiler-Methoden
- Interferometer-Konzepte
- Dephasierung und Dekohärenz
- Metrologie und Sensorik

Literatur wird bekannt gegeben

Lehr- und Lernformen Vorlesung: 3 SWS
Übung: 1 SWS

Arbeitsaufwand 45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Übung (Anweseneheit)
105 h Selbststudium
Summe: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §24 (3) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für -

Open Quantum Systems

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212871766

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Susana Huelga

Einordnung in die Studiengänge Physik M.Sc., Wahlmodul, 1. oder 2. Semester
Quantum Engineering M.Sc., Wahlpflichtbereich Quantum Physik, 1. oder 2. Semester

Vorkenntnisse Quantenmechanik

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich bestanden haben,

- können ein offenes Quantensystem theoretisch beschreiben.
- sind mit den theoretischen Konzepten der Kohärenz und Dekohärenz in einem Quantensystem vertraut.

Inhalt

- Beschreibung der Systeme
- Umgebungswechselwirkungen und Dynamik offener Quantensysteme
- Kohärente Dynamik
- Dekohärenz und Re-Kohärenz
- Bezug zu aktuellen Experimenten

Literatur

- M.A. Nielsen and I. Chuang, "Quantum Computing and Quantum Information", Cambridge University Press
- Preskill, Quantum Computation Lecture Notes

Lehr- und Lernformen Vorlesung (3 SWS)
Seminar (2 SWS)

Arbeitsaufwand 45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (2 SWS)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Forschungsarbeit im Bereich der Quantenphysik

Physics of Medical Imaging

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212877107

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan der Physik

Dozent(en) Prof. Volker Rasche, Dr. Tobias Speidel, Prof. Gerhard Glatting

Einordnung in die Studiengänge z.B. Physics M.Sc., D - Examination Field Master Programmes, E - Examination Field General Range of Studies, 1. oder 2. Semester

Vorkenntnisse Grundkurse in Atomphysik und Quantenmechanik.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben:

- verstehen die grundlegenden Konzepte der gängigen medizinischen Bildgebungsmodalitäten
 - haben ein tieferes Verständnis kernmagnetischer Resonanz
 - haben ein grundlegendes Verständnis atomarer Wechselwirkungen
 - haben ein grundlegendes Verständnis von Bildrekonstruktionsverfahren
 - haben praktische Kenntnisse in der Erfassung von spektroskopischen und MRI-Daten
-

Inhalt

- Grundlagen der Kernspinresonanz
 - NMR-Spektroskopie
 - Grundlagen der MR-Bildgebung
 - Fourierraum: Kodierung, Erfassung und Rekonstruktion
 - Röntgenbildgebung & Computertomographie: Physikalisches Prinzip und Kontrasterzeugung
 - Nukleare Bildgebung (PET und SPECT): Physikalische Grundlagen und Kontrasterzeugung
 - Ultraschall: Grundlagen und Kontrasterzeugung
-

- Allgemeine Anwendung medizinischer Bildgebungsverfahren einschließlich praktischer Übungen

Literatur

- Maier, Andreas, et al., *Medical imaging systems: An introductory guide*.
- Slichter, Charles P. *Principles of magnetic resonance*.
- Levitt, Malcolm H. *Spin dynamics: basics of nuclear magnetic resonance*.

Lehr- und Lernformen Vorlesung (4 h pro Woche), praktische Übungen und Seminar.

Arbeitsaufwand

60 h Vorlesung (Anwesenheit)

30 h praktische Übungen und Seminar (Anwesenheit)

90 h Selbststudium

Total: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für -

Plasma Physics: Fundamentals

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212871063

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 7

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Dr. Thomas Eich, Dr. Emanuele Poli

Einordnung in die Studiengänge Physik M.Sc., Wahlmodul, 1. oder 2. Semester
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul, 1.-3. Semester

Vorkenntnisse Formale Voraussetzungen: Keine
Empfohlene Vorkenntnisse: Electrodynamics, Maxwell's equations

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben, beherrschen die physikalischen Grundlagen zur Beschreibung von Plasmen im Universum und in der Fusionsforschung.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- a) Einführung in die Plasmaphysik
 - Beispiele für Plasmen in Natur und Labor
 - Grundlegende Eigenschaften von Plasmen
 - Ionisationsgrad eines Gases
 - Klassifikation und Beschreibung eines Plasmas

- b) Einzelteilchenbewegung
 - Gyration im homogenen Magnetfeld
 - Senkrechte Driftgeschwindigkeiten
 - paralleler Spiegeleffekt
 - Adiabatische Invarianten

c) Stoß- und Strahlungsprozesse

- Coulomb-Stöße
- Elektrische Leitfähigkeit eines Plasmas
- Wechselwirkung von Strahlung mit Plasmen

d) Kontinuumsbeschreibung

- Plasmen als Kontinua
- Die Maxwell-Gleichungen in der Plasmaphysik
- Grundgleichungen der idealen Magnetohydrodynamik
- Wichtige Eigenschaften und einfache Lösungen

e) Dissipative Plasmen

- Diffusion und Dissipation von Magnetfeldern
- Erzeugung von Magnetfeldern
- Hartmann-Strömung

f) Wellen in homogenen Plasmen

- Einflüssigkeitsbeschreibung
- Zweiflüssigkeitsbeschreibung
- Strömungsinstabilitäten

g) Kinetische Beschreibung

- Grundlagen der kinetischen Theorie
- Momentenbildung
- Dämpfung von Langmuir-Wellen

Literatur

- Lecture Notes by F. Jenko and E. Poli
- T.J.M. Boyd J.J. Sanderson, The Physics of Plasmas, CUP, 2003
- R.J. Goldston P.H. Rutherford, Plasmaphysik, Vieweg, 1998
- F.F. Chen, Plasma Physics, Springer, 1984
- R. Kippenhahn C. Möllenhoff, Elementare Plasmaphysik, BI, 1975
- P.M. Bellan, Fundamentals of Plasma Physics, CUP, 2008
- J. Freidberg, Plasma Physics and Fusion Energy, CUP, 2007
- R.M. Kulsrud, Plasma Physics for Astrophysics, PUP, 2004
- A. Yoshizawa S.-I. Itoh K. Itoh, Plasma and Fluid Turbulence, IoP Publishing, 2003
- P.H. Diamond S.-I. Itoh K. Itoh, Modern Plasma Physics, CUP, 2010
- I.H. Hutchinson, Principles of Plasma Diagnostics, CUP 2005
- C.K. Birdsall A.B. Langdon, Plasma Physics via Computer Simulation, IoP Publishing, 2004
- S. Jardin, Computational Methods in Plasma Physics, CRC Press, 2010

**Lehr- und
Lernformen**

Vorlesung (3 SWS)
Seminar (2 SWS)

Arbeitsaufwand

45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Modul Plasmaphysik: Anwendungen

Quantum Computing

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212877081

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch oder Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Birger Horstmann

Einordnung in die Studiengänge Physics M.Sc., Wahlmodul.
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul.
Quantum Engineering M.Sc., Wahlpflichtbereich Quantum Physik, 1. oder 2. Semester

Vorkenntnisse Die erfolgreiche Teilnahme an einem Bachelor-Kurs über Quantenmechanik ist obligatorisch, auch wenn die für die Quantenberechnung relevante Konzepte zusammengefasst werden.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben

- beherrschen die Quanteninformatik
- kennen die Versprechen der wichtigsten Quantenalgorithmen
- haben eine Vorstellung von der Quantenfehlerkorrektur
- kennen Vorschläge für Quantencomputer-Hardware
- verstehen das Konzept der Quantensimulation
- sind in der Lage, die heutigen Quantencomputer zu programmieren

Inhalt

1. Grundlagen der Quanteninformatik, z. B. Quantenschaltungen, Verschränkung
2. Quantenalgorithmen, z. B. Quanten-Fourier-Transformation
3. Fehlertolerante Quantenberechnungen, z.B. Fehlerkorrektur
4. Hardware für Quantum computing
5. Noisy intermediate-scale quantum era (NISQ)
6. Quantensimulationen, z. B. für die Quantenchemie

-
- Literatur**
- Nielsen, M. and Chuang, I., Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press, 2000.
 - John Preskill, Lecture notes on quantum information theory, available at <http://theory.caltech.edu/~preskill/ph229/>

Lehr- und Lernformen Vorlesung und Seminar (3+2 SWS)

Arbeitsaufwand

45 h Vorlesung

30 h Seminar (Anwesenheit)

105 h Selbststudium und Klausurvorbereitung

Summe: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §24 (3) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für -

Relativistic Quantum Electrodynamics

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212876017

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Wolfgang Schleich

Einordnung in die Studiengänge Physics M.Sc., Wahlmodul
Physik B.Sc., Wahlmodul
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul

Vorkenntnisse Grundlagen der Quantenmechanik und Elektrodynamik

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich bestanden haben,

- kennen die relativistische Formulierung der Quantenmechanik.
- kennen den Formalismus der zweiten Quantisierung und können elementare Berechnungen für Elektronen-Positronen- und Photonenfelder durchführen.
- wissen wie die Kopplung zwischen Elektronen- und Photonenfeldern hergestellt wird.
- verstehen den störungstheoretischen Ansatz für die Elektron-Photon-Wechselwirkung mit Hilfe von Feynman-Diagrammen.
- sind in der Lage sind, einfache Feynman-Diagramme zu erstellen.
- sind mit den Konventionen und den für dieses Forschungsgebiet relevanten mathematischen Methoden vertraut (Operatoralgebra, Fourier-Integrale, kovariante Formulierung, Tensoren).

Inhalt

- Relativistische Quantenmechanik (Dirac-Gleichung)
- Zweite Quantisierung
- Elektron-Photon-Wechselwirkung durch das Prinzip der minimalen Kopplung
- Feynman-Regeln und Berechnung von einfachen Feynman-Diagrammen
- Techniken und Probleme von Feynman-Graphen, Renormalisierung

- Literatur**
- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu und F. Laloë: Quantum Mechanics, Vol. I and II (Wiley, New York, 1977)
 - L.D. Landau und E.M. Lifshitz: Quantum Mechanics (Pergamon Press, New York, 1958)
 - J.I. Sakurai: Advanced Quantum Mechanics (Addison-Wesley, Redwood, 1987)
 - C. Itzykson und J.B. Zuber: Quantum Field Theory (McGraw-Hill, New York, 1966)
 - F. Mandl und G. Shaw: Quantum Field Theory (Wiley, New York, 1984)
-

Lehr- und Lernformen Vorlesung (3 SWS) mit Seminar (2 SWS)

Arbeitsaufwand 45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
180 h gesamt

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Forschung auf dem Gebiet der Quantenphysik

Scattering Theory

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212876004

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Dr. Maxim Efremov

Einordnung in die Studiengänge Physics M.Sc., Wahlmodul
Physik B.Sc., Wahlmodul

Vorkenntnisse Grundkenntnisse in Mechanik, nicht-relativistische Quantenmechanik und Elektrodynamik

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich bestanden haben,

- sind mit den Methoden und Konzepten der klassischen und quantenmechanischen Theorie der Streuprozesse vertraut.
- sind in der Lage, ihr Wissen über Streuprozesse auf andere Bereiche der Physik zu übertragen.

Inhalt

- klassische und quantenmechanische Teilchen, die durch zentrale und nicht-zentrale Potentiale in einer, zwei und drei räumlichen Dimensionen wechselwirken
- elastische und unelastische Streuung
- Drei-Teilchen-Kollisionen
- analytische Eigenschaften von Streuamplitude und -querschnitt
- Dispersionsbeziehungen und Probleme der inversen Streuung

Literatur

- R.G. Newton, Scattering Theory of Waves and Particles (Springer-Verlag, 1982)
- M.L. Goldberger and K.M. Watson, Collision Theory (Wiley, 1964; Dover, 2004)
- L.D. Landau und E.M. Lifshitz, Quantum Mechanics (Pergamon Press, NY, 1958)

- H. Friedrich, Scattering Theory (Springer, 2013)

Lehr- und Lernformen Vorlesung (3 SWS)
Übungen (2 SWS)

Arbeitsaufwand 45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Übungen (Anwesenheit)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Insgesamt: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Forschung in der Teilchenphysik

Soft Matter Physics and Biophysics

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212871164

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Christof Gebhardt, Prof. Dr. Kay E. Gottschalk, Prof. Dr. Jens Michaelis

Einordnung in die Studiengänge Physik M.Sc., Wahlmodul
Physik B.Sc., Wahlmodul, 4. oder 6. Semester
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul

Vorkenntnisse Grundlagen der Mechanik, Optik und Thermodynamik

Achtung: Das Modul kann nicht angerechnet werden, wenn bereits das Modul "76025 Biophysics: Fundamentals" erfolgreich absolviert wurde.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- verstehen die zugrunde liegende Physik der lebenden kondensierten Materie.
 - die wichtigsten experimentellen Methoden zur Untersuchung weicher Materie kennen.
 - können einfache Probleme auf dem Gebiet der Biophysik bearbeiten und lösen.
-

Inhalt In diesem Modul wird der folgende Lehrstoff vermittelt:

- die Zelle und ihre Bestandteile
 - Biologische Makromoleküle: Proteine, Nukleinsäuren, Biomembranen
 - Transportprozesse
 - Thermodynamik der Strukturbildung biologischer Systeme, Gleichgewichte und Reaktionen, Kooperativität
 - Beschreibung der Funktion molekularer Maschinen
 - Modellbeschreibung von Polymeren
 - Experimentelle Techniken der Biophysik: Fluoreszenzspektroskopie und -mikroskopie, Kraftspektroskopie und -mikroskopie
-

- Experimentelle Techniken in der Molekularbiologie: Klonierung und Proteinaufreinigung

Literatur

- Philip Nelson: *Biological Physics*, Palgrave Macmillan; Auflage: Updated 1st e. (31. August 2007)
- Robert Philips: *Physical Biology of the cell*, Taylor & Francis Ltd.; Auflage: 2nd edition. Revised. (21. November 2012)

Lehr- und Lernformen

Vorlesung (3 SWS)
Übung (1 SWS)
Praktikum (1 SWS)

Arbeitsaufwand

45 h Vorlesung (Anwesenheit)
15 h Übung (Anwesenheit)
15 h Praktikum (Anwesenheit)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 180 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Bachelorarbeit in Physik der weichen Materie oder Biophysik

Structure Physics

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212872502

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Ute Kaiser, Prof. Dr. Harald Rose

Einordnung in die Studiengänge Physik M.Sc., Wahlmodul
Physik B.Sc., Wahlmodul
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul

Vorkenntnisse Grundlagen der Physik und Mathematik, etwas Programmiererfahrung ist hilfreich.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- können die wichtigsten Strukturen von kondensierter Materie erklären.
- kennen Instrumente und Untersuchungsverfahren zur Strukturbestimmung.
- haben Experimente mit einem hochauflösenden Elektronenmikroskop durchgeführt.

Inhalt Das Ziel dieses Kurses ist die Vermittlung grundlegender Prinzipien und die Einführung in die hochmoderne Instrumentierung zur Untersuchung der Atom- (und Elektronik-) Struktur mit Elektronen (Röntgenstrahlen, Neutronen), zusammen mit der Fähigkeit, die im Kurs vermittelte Theorie in praktischen Computercode oder Vortrag zu übertragen. Jeder Student muss ein spezielles Problem lösen, das sich auf eines der in den Vorlesungen behandelten Themen bezieht. Diese Probleme werden in einem Studentenvortrag behandelt, zusammen mit einer detaillierten Erklärung des Hintergrunds der implementierten Theorie oder einer numerischen Lösung. Der Student wird auch zwei Experimente auf unserem Cs-korrigierten TITAN80-300 auf hochauflösendem TEM durchführen.

1. Einführung in die Strukturphysik (Bragg und Laue, Geschichte, Instrumentierung)

2. Die Symmetrie der Kristalle - Raumgruppen
3. Grundlagen der geometrischen Optik - paraxiale Approximation, Scherzer-Theorem, Aberrationen, Korrektur von Aberrationen
4. Grundlagen der Fourier-Optik - Sommerfeld-Beugung, Grundlagen der Abbe-Abbildungstheorie
5. Grundlagen des Kontrastes im TEM - Streuungsamplitude, Streuungsquerschnitt, elektronenoptischer Brechungsindex, Born-Näherung, Hochenergie-Näherung, Mehrscheiben-Algorithmus, Ausbreitung und Bilderzeugung, Bildintensität
6. Grundlagen der HRTEM-Bildgebung - Experiment und Berechnung

Studierendenprojekt: Bewertung eines der unten aufgeführten Probleme, Dokumentation des Problems und des zu seiner Lösung verwendeten Ansatzes. Präsentation und Diskussion des Projekts während der Übungen.

- Generieren von Atompositionen innerhalb der Einheitszelle aus Symmetrieoperatoren und Replizieren dieser Einheitszelle eine gegebene Anzahl von Malen, wodurch ein Kristall entsteht - Einbau in vordefinierte Raumgruppennummern
- Berechnung der Elektronenbahnen in einem Magnetfeld
- Chromatische und sphärische Aberration, Berechnung des Einflusses und verschiedener Beschleunigungsspannungen
- Wie funktioniert ein Hexapol-Korrektor? Berechnung der Strahlengänge
- Fresnel- und Fraunhofer-Beugung im TEM
- Berechnung der Streuamplitude und des Streuquerschnitts in Firth-Born-Näherung und Hochenergie-Approximation
- Berechnung eines Elektronenbeugungsmusters und des projizierten Potentials und des Bildkontrastes unter Verwendung des Multislice-Algorithmus für eine definierte Struktur
- Berechnung der Amplituden- und Phasenkontrast-Übertragungsfunktion von verschiedenen Objekten und Abbildungsbedingungen.

Literatur

-

Lehr- und Lernformen

Vorlesung (3 SWS)
Seminar/Übungen/Praktikum (2 SWS)

Arbeitsaufwand

45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar, Übung, Praktikum (Anwesenheit)
105 h Selbststudium
Summe: 180 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Forschung im Bereich der Physik der kondensierten Materie.

Theory of Quantum Information

Modul zugeordnet zu Wahlbereich Physik

Code 8212871500

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Martin Plenio

Einordnung in die Studiengänge Physik M.Sc., Wahlmodul
Physik B.Sc., Wahlmodul
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul
Quantum Engineering M.Sc., Wahlpflichtbereich Quantum Physik, 1. oder 2. Semester

Vorkenntnisse Grundlagen der Quantenmechanik

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich abgeschlossen haben,

- sind mit den theoretischen Konzepten der Quanteninformation vertraut.
- können Anwendungen der Quanteninformation auf andere Bereiche der Physik, wie z.B. die Quantenmechanik vieler Teilchensysteme, die statistische Physik und die Computerwissenschaften übertragen.

Inhalt

- Was ist Quanteninformationsverarbeitung?
- Quantenkomplexität und Quantenparallelität
- Dekohärenz und Fehler in einem Quantencomputer
- Quantenbits, Quantengatter, Quantenschaltungen
- Quantenschaltungen für Verschränkungserzeugung, Teleportation, Fehlerkorrektur
- Quantendynamik und Messverfahren
- Ensembles von Quantenzuständen und Dichteoperatoren
- EPR-Paradoxon und Bell-Ungleichungen
- Quantenkryptographie
- Quantenalgorithmen
- Physikalische Realisierungen von Quantenprozessoren

Literatur

- M.A. Nielsen and I. Chuang, "Quantum Computing and Quantum Information", Cambridge University Press
- Preskill, Quantum Computation Lecture Notes

Lehr- und Lernformen

Vorlesung (3 SWS)
Übungen (2 SWS)

Arbeitsaufwand

45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Übungen (Anwesenheit)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Gesamt: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Modulprüfung.

Grundlage für

Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Quanteninformation

Additive Schlüsselqualifikation I

Modul zugeordnet zu Additive Schlüsselqualifikationen

Code 8212886100

ECTS-Punkte *keine Angaben*

Präsenzzeit *keine Angaben*

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Dozenten des Humboldt- und Sprachenzentrums der Universität Ulm

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflichtmodul, 1. bis 6. Semester

Vorkenntnisse Keine

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- können interkulturelle Kompetenzen und Fremdsprachenkenntnisse sowie Kenntnisse und Fähigkeiten in den Bereichen Teamarbeit, Kommunikation und Präsentation anwenden.
- können die erlernten Schlüsselkompetenzen reflektieren, prüfen und bewerten sowie bedarfsgerecht transferieren und argumentativ umsetzen.

Inhalt Abhängig vom gewählten Kurs

Literatur Abhängig vom gewählten Kurs

Lehr- und Lernformen Veranstaltungen aus dem Angebot des Humboldt- und Sprachenzentrums der Universität Ulm.

Arbeitsaufwand 30 h Seminar (Anwesenheit)
60 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 90 h

Bewertungsmethode *keine Angabe*

Notenbildung *keine Angabe*

Grundlage für Entwicklung und Erweiterung persönlicher und überfachlicher Kompetenzen

Additive Schlüsselqualifikation II

Modul zugeordnet zu Additive Schlüsselqualifikationen

Code 8212886200

ECTS-Punkte *keine Angaben*

Präsenzzeit *keine Angaben*

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Dozenten des Humboldt- und Sprachenzentrums der Universität Ulm

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflichtmodul, 1. bis 6. Semester

Vorkenntnisse Keine

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- können interkulturelle Kompetenzen und Fremdsprachenkenntnisse sowie Kenntnisse und Fähigkeiten in den Bereichen Teamarbeit, Kommunikation und Präsentation anwenden.
- können die erlernten Schlüsselkompetenzen reflektieren, prüfen und bewerten sowie bedarfsgerecht transferieren und argumentativ umsetzen.

Inhalt Abhängig vom gewählten Kurs

Literatur Abhängig vom gewählten Kurs

Lehr- und Lernformen Veranstaltungen aus dem Angebot des Humboldt- und Sprachenzentrums der Universität Ulm.

Arbeitsaufwand 30 h Seminar (Anwesenheit)
60 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 90 h

Bewertungsmethode *keine Angabe*

Notenbildung *keine Angabe*

Grundlage für Entwicklung und Erweiterung von persönlichen und überfachlichen Kompetenzen

Grundlagen der Chemie I

Modul zugeordnet zu Chemie

Code 8212871784

ECTS-Punkte 12

Präsenzzeit 12

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 2

Turnus beginnt jedes Wintersemester

Modulkoordinator Prof. Dr. Gerhard Taubmann

Dozent(en) Prof. Dr. Gerhard Taubmann und weitere Dozenten des Fachbereichs

Einordnung in die Studiengänge Chemieingenieurwesen BSc, Pflichtmodul, 1. Fachsemester und 2. Fachsemester

Vorkenntnisse keine

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

Vorlesung "Chemie für Physiker und Ingenieure"

- verfügen über grundlegende Kenntnisse in der Allgemeinen, Anorganischen und Organischen Chemie
- verfügen über Kenntnisse zur Chemie der Elemente
- besitzen die Fertigkeit zum stöchiometrischen Rechnen
- sind in der Lage, einfache chemische Problemstellungen zu lösen
- haben einen Überblick über die wichtigsten Substanzklassen und grundlegenden Strukturprinzipien einfacher chemischer Verbindungen

Grundpraktikum Chemie

Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- verfügen über erweiterte und ausgebaute allgemein-chemische Kenntnisse
 - erlernen präparative Grundtechniken zur Synthese und Analyse anorganischer Verbindungen und der für die einzelnen Elemente charakteristischen Reaktionen
 - besitzen die Fertigkeit, angewandte Aufgaben und Probleme mit den erlernten Kenntnissen zu lösen
 - verfügen über Kenntnisse zur kritischen Bewertung von analytischen Methoden und Messergebnissen
-

Inhalt

In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

Vorlesung "Chemie für Physiker und Ingenieure"

- 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, Massenwirkungsgesetz, Pufferlösungen
- 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, typische Reaktivitäten ausgewählter Halogenverbindungen
- Ausgewählte Alkali- und Erdalkalimetalle: wichtige Verbindungen und Verbindungseigenschaften
- Grundlagen der Organischen Chemie (nach Substanzklassen)
- Bindungsverhältnisse des Kohlenstoffs
- Isomerie, Stereochemie
- Kohlenwasserstoffe und Reaktionen (Alkane, Alkene, Alkine, Aromaten)
- Kohlenstoff-Heteroatom-Einfachbindungen
- Organische Halogen-Verbindungen
- Kohlenstoff-Sauerstoff-Bindungen: Alkohole, Ether, Phenole
- Kohlenstoff-Stickstoff-Bindungen: Amine, Nitroverbindungen
- Kohlenstoff-Sauerstoff-Doppelbindung: Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Derivate, Kohlensäure-Derivate
- Peptide und Proteine

Grundpraktikum Chemie

- Dichtemessungen
- Bestimmung der einfachsten Formel (Summenformelberechnung von Kupferoxid durch Verbrennung von Kupferpulver)
- Bestimmung der Äquivalentmasse eines unbekanntes Elements (Bestimmung eines Elements aus seinem Chlorid durch Fällung des Chlorids)
- pH-Wert und Konzentration, Titration
- Spektralanalyse
- Vorproben (Lötrohrreaktion, Phosphorsalzperle ...)
- Einfache Nachweise, Teil 1
- Einfache Nachweise, Teil 2
- Komplexchemie
- Redoxreaktionen
- Auflösung von Metallen (Spannungsreihe)
- Aufschlüsse
- Analyse eines Reinstoffes
- Analyse eines Stoffgemisches (3 Salze, eines davon schwerlöslich)
- Löslichkeitsprodukt
- Reaktionswärme
- Gleichgewichtskonstante
- Maßlösung (Herstellung und Faktorbestimmung einer 0,1 m HCl-Lösung)

Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben

Lehr- und Lernformen Vorlesung und Übung, (4+2 SWS, 8 LP)
Praktikum (6 SWS, 4 LP)
- Testat vor Versuchsbeginn
- Versuchsdurchführung
- Besprechung der Versuchsergebnisse
- Abschlussprotokoll

Arbeitsaufwand Präsenzstudium: 180 h
Selbststudium: 180 h
Summe: 360 h

Bewertungsmethode Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt aufgrund des Bestehens der schriftlichen Modulprüfung und der erfolgreichen Teilnahme am Praktikum. Die Modulprüfung zählt als Teil der Orientierungsprüfung nach §5 der fachspezifischen Prüfungsordnung Chemieingenieurwesen. Die Anmeldung zur Prüfung setzt keinen Leistungsnachweis voraus.

Notenbildung Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Modulprüfung.

Grundlage für inhaltlich: für alle weiteren Module und Lehrveranstaltungen aus den Pflichtmodulen Chemie

Grundlagen der Elektrotechnik I

Modul zugeordnet zu Elektrotechnik

Code 8212870378

ECTS-Punkte 7

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Prof. Dr.-Ing. Albrecht Rothermel

Dozent(en) Prof. Dr.-Ing. Albrecht Rothermel

Einordnung in die Studiengänge

- Computational Science and Engineering, B.Sc
 - Elektrotechnik und Informationstechnologie, B.Sc
 - Biomedizinische Technik, B.Sc
 - Informatik, B.Sc
 - Informationssystemtechnik, B.Sc
 - Informatik, M.Sc
 - Mathematik, B. Sc., FSPO 2024, Wahlpflichtbereich Nebenfach Elektrotechnik
 - Mathematik, B. Sc., FSPO 2024, Wahlpflichtbereich fächerübergreifendes Nebenfach
 - Mathematik, M. Sc., FSPO 2024, Wahlpflichtbereich Nebenfach Elektrotechnik
 - Mathematik, M. Sc., FSPO 2024, Wahlpflichtbereich fächerübergreifendes Nebenfach
 - Naturwissenschaft und Technik, Bachelor Lehramt
 - Chemieingenieurwesen, B.Sc
-

Vorkenntnisse Empfohlen: Anschließende Teilnahme am Grundpraktikum der Elektrotechnik

Lernziele

- Erlernen von Methoden zur Analyse einfacher linearer und nichtlinearer elektronischer Schaltungen und Netzwerke im Zeitbereich
- Grundlegender Umgang mit Netzwerken - Beschreibung elektronischer Schaltungen mit komplexen Zahlen

Inhalt

- Physikalische Größen und Gleichungen
- Lineare Gleichstromschaltungen
- Netzwerke mit harmonischer Erregung
- Komplexe Wechselstromrechnung

- Ortskurven
- Tiefpass - Hochpass (Frequenzgang)
- Mehrphasensysteme
- Schaltvorgänge
- Operationsverstärkerschaltungen

Literatur

- Möller, F.; Frohne, H.; Löcherer, K.; Müller, H.: Grundlagen der Elektrotechnik
- Unbehauen, R.: Grundlagen der Elektrotechnik 1
- Unbehauen, R.: Grundlagen der Elektrotechnik 2
- Albach, M.: Grundlagen der Elektrotechnik 1
- Albach, M.: Grundlagen der Elektrotechnik 2

Lehr- und Lernformen

- Grundlagen der Elektrotechnik I (Vorlesung) (3 SWS, 7 LP, Pr.-Nr.: 10416)
- Grundlagen der Elektrotechnik I (Übung) (2 SWS, Pr.-Nr.: 10862 (Vorleistung))
- Grundlagen der Elektrotechnik I (Tutorium) (1 SWS)

Arbeitsaufwand

Vorlesung: Anwesenheit: 42 h, direkte Nachbereitung: 42 h, Übung: Anwesenheit: 28 h, Vorbereitung: 48 h, Vorlesungsnachbereitung als Klausurvorbereitung und Anwesenheit während Klausur: 50 h, Gesamt: 210 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

alle Fächer der Elektrotechnik

Grundlagen der Elektrotechnik II

Modul zugeordnet zu Elektrotechnik

Code 8212870379

ECTS-Punkte 7

Präsenzzeit 7

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Prof. Carl Emil Krill, Ph.D.

Dozent(en) Prof. Carl Emil Krill, Ph.D.

Einordnung in die Studiengänge

- Elektrotechnik und Informationstechnologie, B.Sc.
- Biomedizinische Technik B.Sc
- Informatik, B.Sc.
- Informationssystemtechnik, B.Sc.
- Mathematik, B.Sc.
- Chemieingenieurwesen, B.Sc. Wahlmodul
- Informatik, M.Sc.
- Mathematik, M.Sc.
- Naturwissenschaft und Technik, Staatsexamen Lehramt

Vorkenntnisse Grundlage der Elektrotechnik I und Grundlagen der Mathematik: Trigonometrie, eindimensionale Integral- und Differenzialrechnung

Lernziele

- Erlernen von Berechnungsmethoden der Elektro- und Magnetostatik
- Grundlegendes Verständnis physikalischer Größen zur Beschreibung von elektrischen und magnetischen Feldern sowie der darin gespeicherten Energie
- Entwicklung einer physikalischen Intuition für dynamische, durch elektrische Ströme hervorgerufene Vorgänge in Widerständen, Kondensatoren und Spulen
- Aneignung der Fähigkeit, diese Vorgänge mathematisch mittels der Maxwellschen Gleichungen zu beschreiben

Inhalt

- Elektrische Ladung
- Elektrische Felder
- Der Gaußsche Satz
- Elektrisches Potenzial
- Kapazität und Dielektrika

- Elektrischer Strom und Widerstand
- Magnetfelder
- Das Amperesche Gesetz
- Induktion und Induktivität
- Magnetische Eigenschaften der Materie
- Die Maxwellschen Gleichungen

Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: Physik (Bachelor-Edition), 2. Auflage, Wiley-VCH, 2013 • D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: Physik ('de Luxe'-Edition), 2. Auflage, Wiley-VCH, 2009 • P. A. Tipler, G. Mosca: Physik - für Wissenschaftler und Ingenieure, 7. Auflage, Spektrum, 2014 • M. Albach: Grundlagen der Elektrotechnik 1 - Erfahrungssätze, Bauelemente, Gleichstromschaltungen, 3. Auflage, Pearson Studium, 2011 • Skript zur Vorgängervorlesung Allgemeine Elektrotechnik I (wird über das Skriptedruck-System der Fachschaft Elektrotechnik zur Verfügung gestellt)
------------------	--

Lehr- und Lernformen	<p>Vorlesung "Grundlagen der Elektrotechnik II" (4 SWS) Übung "Grundlagen der Elektrotechnik II" (2 SWS) Tutorium "Grundlagen der Elektrotechnik II" (2 SWS)</p>
-----------------------------	--

Arbeitsaufwand	<p>Vorlesung: Anwesenheit: 44 h, direkte Nachbereitung: 44 h, Übung: Anwesenheit: 20 h, Vorbereitung: 70 h, Vorlesungsnachbereitung als Klausurvorbereitung und Anwesenheit während Klausur: 32 h, Gesamt: 210 h</p>
-----------------------	--

Bewertungsmethode	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.</p>
--------------------------	---

Notenbildung	<p>Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.</p>
---------------------	---

Grundlage für	<p>Elektromagnetische Felder und Wellen</p>
----------------------	---

Einführung in die Informatik I - Grundlagen

Modul zugeordnet zu Informatik

Code 8212871070

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Informatik

Dozent(en) Dr. Jens Kohlmeyer, Dr. Marc Schickler, Dr. Markus Maucher

Einordnung in die Studiengänge Chemieingenieurwesen, B.Sc., FSPO 2015 Wahlmodul Informatik
Lehramt Naturwissenschaft und Technik, B.Sc., FSPO 2018
Mathematik, B.Sc., FSPO 2018, Pflichtmodul Informatik
Mathematik, B. Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich Informatik
Mathematische Biometrie, B.Sc., FSPO 2018, Pflichtmodul Informatik
Mathematische Biometrie, B.Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich Informatik
Wirtschaftsmathematik, B.Sc., FSPO 2018, Pflichtmodul Informatik
Wirtschaftsmathematik, B.Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich Informatik und integrative Kompetenzen

Vorkenntnisse keine

Lernziele Die Studierenden sollen

- mit Rechnern, Betriebssystemen, Dienstprogrammen und Werkzeugen praktisch und zielführend umgehen können
- Einsicht und Intuition in der Konstruktion und Bewertung von Algorithmen anhand konkreter Beispiele besitzen
- in der Lage sein, in einer modernen Programmiersprache einfache Algorithmen systematisch zu entwickeln und in ein lauffähiges Programm umzusetzen
- grundlegende Konzepte der imperativen und objektorientierten Programmierung kennen und beherrschen
- Organisationsmöglichkeiten zusammengehöriger Daten (auch mehrdimensional) kennen, implementieren und anwenden
- typische Algorithmen zur Sortierung von Daten und des Suchens in Daten kennen, implementieren und anwenden

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die grundlegenden Funktions- und Arbeitsweisen eines Rechners • Einführung in Algorithmen und die Algorithmenkonstruktion • Programmieren im Kleinen: Zuweisungen, Datentypen, Variablen, Konstanten, Aufzählungen, Zahlendarstellung • Programmsteuerung durch Blöcke, Sequenzen, Schleifen und Bedingungen • Methoden: Strukturierung von Programmen, Parameterübergabe und -rückgabe • Einführung in die objektorientierte Programmierung: Klassen, Objekte, Information Hiding, Seiteneffekte, Konstruktoren, statische Methoden und Attribute • Arrays: Zeigervariablen, Organisation zusammengehöriger Daten, Mehrdimensionale Daten • Worst-case Laufzeitanalyse mit O-Notation, Effizienz von Algorithmen • Rekursion: Rekursionsarten, Divide&Conquer, Backtracking • Suchen: verschiedene Suchverfahren in Daten und deren Anwendung • Sortieren: einfache iterative Verfahren, rekursive Verfahren, Sortieren mit Halde
---------------	--

Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript • Gumm Heinz-Peter, Sommer Manfred: Einführung in die Informatik, Oldenbourg Verlag, 2006 • Broy Manfred: Informatik - Eine grundlegende Einführung, Band 1, Programmierung und Rechnerstrukturen, Springer Verlag, 1998 • Küchlin Wolfgang, Weber Andreas: Einführung in die Informatik - Objektorientiert mit Java, Springer Verlag, 2005 • Echte Klaus, Goedicke Michael: Lehrbuch der Programmierung mit Java, dpunkt Verlag, 2000 • Ullenboom Christian: Java ist auch eine Insel, Rheinwerk Computing, 2017 • Habelitz Hans-Peter, Programmieren lernen mit Java, Rheinwerk Computing, 2017
------------------	--

Lehr- und Lernformen	Einführung in die Informatik I - Grundlagen (Vorlesung) (2 SWS), Einführung in die Informatik I - Grundlagen (Übung) (1 SWS), Einführung in die Informatik I - Grundlagen (Tutorium) (1 SWS)
-----------------------------	--

Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 60 h Selbststudium: 120 h Summe: 180 h
-----------------------	--

Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus.
--------------------------	--

Notenbildung	Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.
---------------------	--

Grundlage für	Modul "Einführung in die Informatik II - Vertiefung"
----------------------	--

Einführung in die Informatik II - Vertiefung

Modul zugeordnet zu Informatik

Code 8212871077

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Informatik

Dozent(en) Dr. Jens Kohlmeyer, Dr. Marc Schickler, Dr. Markus Maucher

Einordnung in die Studiengänge Chemieingenieurwesen, B.Sc., FSPO 2015 Wahlmodul Informatik
Mathematik, B. Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich Informatik
Wirtschaftsmathematik, B. Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich Informatik und integrative Kompetenzen

Vorkenntnisse Modul "Einführung in die Informatik I - Grundlagen"

Lernziele Die Studierenden sollen

- klassische wie auch moderne Programmierparadigmen (z.B. Rekursion, Abstrakte Datentypen, Vererbung, Polymorphie, Ausnahmenbehandlung) kennen und diese auch praktisch anwenden können
 - komplexere dynamische Datenstrukturen wie etwa Bäume oder assoziative Arrays in Definition und Anwendung kennen und verstehen
 - die Prinzipien moderner Modellierungstechniken verstehen und auf der Ebene einfacher Aspekte anwenden können
 - Grundlagen formaler Sprachen und ihre Definition und Anwendungen kennen
 - Algorithmen anhand von Komplexitätsuntersuchungen beurteilen können
-

Inhalt

- Grundprinzipien der Softwaretechnik / Modellierung
- Fortgeschrittene Aspekte der objektorientierten Programmierung: Vererbung, dynamische Bindung, abstrakte Klassen, Interfaces, Generics, Exceptions
- Objektorientierte-Modellierung
- Dynamische Datenstrukturen: Listen, Stapel, Schlangen, Bäume, Hashing
- Formale Sprachen, Grammatiken: Chomsky-Hierarchie, Automaten, reguläre Ausdrücke, Graphen
- Laufzeitkomplexität: Average Case und Best Case

- Suchen: Suchbäume und Pattern-Matching
- Sortieren: nicht-vergleichsbasierte Sortierverfahren

Literatur

- Vorlesungsskript
- Gumm Heinz-Peter, Sommer Manfred: Einführung in die Informatik, Oldenbourg Verlag, 2006
- Broy Manfred: Informatik - Eine grundlegende Einführung, Band 1, Programmierung und Rechnerstrukturen, Springer Verlag, 1998
- Broy Manfred: Informatik - Eine grundlegende Einführung, Band 2, Systemstrukturen und Theoretische Informatik, Springer Verlag, 2013
- Küchlin Wolfgang, Weber Andreas: Einführung in die Informatik - Objektorientiert mit Java, Springer Verlag, 2005
- Echte Klaus, Goedicke Michael: Lehrbuch der Programmierung mit Java, dpunkt Verlag, 2000
- Ullenboom Christian: Java ist auch eine Insel, Rheinwerk Computing, 2017
- Habelitz Hans-Peter, Programmieren lernen mit Java, Rheinwerk Computing, 2017

Lehr- und Lernformen

Einführung in die Informatik II - Vertiefung (Vorlesung) (2 SWS),
Einführung in die Informatik II - Vertiefung (Übung) (1 SWS),
Einführung in die Informatik II - Vertiefung (Tutorium) (1 SWS)

Arbeitsaufwand

Präsenzstudium: 60 h
Selbststudium: 120 h
Summe: 180 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Lehrveranstaltungen aus dem Bereich Informatik

Basismodul Arbeits- und Organisationspsychologie im Nebenfach

Modul zugeordnet zu Psychologie

Code 8212876581

ECTS-Punkte 4

Präsenzzeit 2

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Prof. Dr. K. Melchers, Prof. Dr. M. Baumann

Dozent(en) Prof. Dr. K. Melchers, Prof. Dr. M. Baumann

Einordnung in die Studiengänge B.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnologie, Nebenfach Psychologie
B.Sc. Informationssystemtechnik, Nebenfach Psychologie
B.Sc. Physik, Nebenfach Psychologie
B.Sc. Wirtschaftsphysik, Nebenfach Psychologie

Vorkenntnisse Kenntnisse aus den Grundlagenbereichen der Psychologie.

Lernziele Die Studierenden sind in der Lage,

- theoretische Konzepte und empirische Befunde der Arbeits- und Organisationspsychologie zu wichtigen Themenfeldern zu benennen und zu erklären.
- Modelle, Konzepte und Ansätze des Arbeitshandelns, des Erlebens und Verhaltens im Arbeitskontext, der Mitarbeiterführung, der beruflichen Eignungsdiagnostik und der Arbeitsgestaltung zu erklären, zu unterscheiden und zu bewerten.
- Interventions- und Evaluationsmethoden der Arbeits- und Organisationspsychologie zu erklären und zu bewerten.

Inhalt In dieser Vorlesung wird in zentrale Gegenstandsbereiche der Arbeits- und Organisationspsychologie und benachbarter Gebiete wie Ingenieurpsychologie eingeführt, wie z. B. Bedeutung der Arbeit, Geschichte der Arbeits- und Organisationspsychologie, Organisationsstruktur, produktives und kontraproduktives Verhalten, berufliche Sozialisation, Führung, Personalauswahl,

Konflikte bei der Arbeit, Modelle des Arbeitshandelns, Arbeitsanalyseverfahren, Arbeitsgestaltung, Arbeitsmotivation und -zufriedenheit, Belastung und Beanspruchung. Dabei werden die zentralen theoretischen Modelle und methodischen Ansätze sowie die jeweilige Befundlage behandelt.

Literatur	Nerdinger, F., Blickle, G., & Schaper, N. (2014). <i>Arbeits- und Organisationspsychologie</i> (3. Aufl.). Springer. Schuler, H., & Kanning, U. P. (2014). <i>Lehrbuch der Personalpsychologie</i> (3. Aufl.). Hogrefe.
Lehr- und Lernformen	Pflicht: Vorlesung Basismodul Arbeits- und Organisationspsychologie (2 SWS, 4 LP, WiSe).
Arbeitsaufwand	Vorlesung: 120 Std. 30 Std. Präsenzzeit 30 Std. Selbststudium zur Vor- und Nachbereitung 60 Std. Selbststudium zur Prüfungsvorbereitung
Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl (die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben).
Notenbildung	Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.
Grundlage für	Vertiefung Arbeits-, Organisations- und Ingenieurpsychologie im Nebenfach (Modul-Nr. 76582) (empfohlen).

Differentielle Psychologie

Modul zugeordnet zu Psychologie

Code 8212870112

ECTS-Punkte 4

Präsenzzeit 2

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Prof. O. Wilhelm, Prof. C. Montag

Dozent(en) Dozenten des Instituts für Psychologie und Pädagogik und ggf. Lehrbeauftragte

Einordnung in die Studiengänge Informatik B.Sc., Wahlpflicht im Rahmen des Anwendungsfaches Psychologie
Informatik M.Sc., Wahlpflicht im Rahmen des Anwendungsfaches Psychologie (nur beginnend)

Vorkenntnisse Formal: Vergleiche die dem entsprechenden Studiengang zugehörige fachspezifische Prüfungsordnung, in der zum Zeitpunkt des Studienbeginns gültigen bzw. gewählten Fassung.
Inhaltlich: Es gibt keine Voraussetzungen. Aber Statistik Grundkenntnisse sind für ein Verständnis der Veranstaltung empfehlenswert.

Lernziele Die Studierenden sind in der Lage

- prominente Konstrukte und Methoden der Differentiellen Psychologie zu benennen, zu erläutern sowie kritisch zu hinterfragen.
- Probleme differentialpsychologischer Methoden zu identifizieren und Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.
- biologische, intrapsychische, dispositionelle, phänomenologische, soziokulturelle, kognitive und adaptive Paradigmen und Positionen der Differentiellen Psychologie zu definieren, zu erläutern und voneinander abzugrenzen.
- leistungsbezogene Konstrukte der Differentiellen Psychologie zu benennen, zu erörtern und zu erläutern.
- Validität und Nützlichkeit differentialpsychologischer Konstrukte zu definieren und zu diskutieren.

Inhalt Wesentlicher Inhalt des Moduls ist die Einführung in kritische Konzepte und Methoden der Differentiellen Psychologie. Neben einer kurzen Besprechung aktuell bedeutsamer differentialpsychologischer Theorien werden Kernannahmen, methodische Herangehensweisen, prototypische Operationalisierungen und essentielle Probleme der zentralen Konstrukte der Differentiellen Psychologie besprochen. Die Validität und Nützlichkeit differentialpsychologischer Konstrukte erfährt bei den Betrachtungen besondere Aufmerksamkeit.

- Theoretische Konzepte und empirische Befunde der Differentiellen Psychologie werden in zentralen Themenfeldern detailliert in der Vorlesung beschrieben.
- Die Relevanz dieses Wissens für die Lösung praktischer Probleme wird erörtert.

Literatur Stemmler, G., Hagemann, D., Amelang, M., & Bartussek, D. (2010). Differentielle Psychologie und Persönlichkeitspsychologie. Stuttgart: Kohlhammer (7. Auflage).

Larsen, R.J., Buss, D.M., & Wismeijer, A. (2013). Personality Psychology: Domains of Knowledge about Human Nature. McGraw Hill: New York.

Zusätzliche Literatur wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Lehr- und Lernformen Pflicht:
Differentielle Psychologie (Vorlesung) (WiSe, 2 SWS, 4 LP, Pr.-Nr.: 12200)

Arbeitsaufwand Gesamtaufwand: 120 Std.

30 Std. Präsenzzeit

45 Std. Selbststudium zur Vor- und Nachbearbeitung

45 Std. Selbststudium zur Prüfungsvorbereitung

Bewertungsmethode Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt aufgrund des Bestehens einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl). Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen (bzw. 2 Wochen bei Wiederholungsprüfungen) vor dem Prüfungsdatum. Die Anmeldung zu dieser Prüfung setzt keinen Leistungsnachweis voraus.

Notenbildung Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Modulprüfung.

Grundlage für -

Einführung in die Forschungsmethoden

Modul zugeordnet zu Psychologie

Code 8212871508

ECTS-Punkte 4

Präsenzzeit 2

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator PD Dr. T. Stadnitski

Dozent(en) PD Dr. T. Stadnitski und Dozenten des Instituts für Psychologie und Pädagogik

Einordnung in die Studiengänge Biologie M.Sc., Studienbeginn WiSe, Wahlpflichtmodul, 1.-4. Fachsemester
Informatik B.Sc., Pflichtmodul im Rahmen des Anwendungsfaches Psychologie
Informatik M.Sc., Pflichtmodul im Rahmen des Anwendungsfaches Psychologie (neu beginnend)

Vorkenntnisse Formal: Vergleiche die dem entsprechenden Studiengang zugehörige fachspezifische Prüfungsordnung, in der zum Zeitpunkt des Studienbeginns gültigen bzw. gewählten Fassung.
Inhaltlich: Keine.

Lernziele Die Studierenden sind in der Lage

- die historische Entwicklung der Psychologie und Psychotherapie zu beschreiben.
- einen Überblick über die grundlegenden Forschungsmethoden der Psychologie und Psychotherapie zu geben.
- quantitative und qualitative methodische Vorgehensweisen in der Psychologie als empirische Wissenschaft zu benennen, zu unterscheiden und deren Möglichkeiten und Grenzen aufzuzeigen.
- das geeignete statistische Verfahren in Abhängigkeit vom Studientyp zu wählen, allgemein verwendete statistische Auswertungsmethoden zu benennen und anzuwenden.
- grundlegende Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens sowie Lernstrategien anzuwenden.

Inhalt Die Vorlesung zu Forschungsmethoden gibt einen Überblick über die Geschichte der Psychologie und Psychotherapie, die wissenschaftliche Theorienbildung, die grundlegenden Methoden psychologischer (einschließlich epidemiologischer) Forschung (Experimente, Befragung, Beobachtung, korrelative Studien) und die Grundlagen der Messtheorie (Messskalen, Normierung, Ratings, psychologische Tests). Weitere Schwerpunktthemen der Forschungsmethoden bilden die Stichprobenziehung, die Versuchsplanung, Gütekriterien (interne und externe Validität, etc.) und eine Übersicht über statistische Analysemodelle.

Literatur Bühl, A. (2018). *SPSS 25: Einführung in die moderne Datenanalyse*. München: Pearson Studium.

Huber, O. (2019). *Das psychologische Experiment: Eine Einführung* (7. Aufl.). Bern: Verlag Hans Huber.

Hussy, W., Schreier, M. & Echterhoff, G. (2010). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften*. Berlin: Springer.

Lehr- und Lernformen Pflicht: Vorlesung „Einführung in die Forschungsmethoden“ (2 SWS, 4 LP, WiSe)

Arbeitsaufwand 120 Std.:

30 Std. Präsenzzeit

30 Std. Selbststudium zur Vor- und Nachbereitung

60 Std. Selbststudium zur Prüfungsvorbereitung

Bewertungsmethode Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt aufgrund des Bestehens einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl). Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum. Die Anmeldung zu dieser Prüfung setzt keinen Leistungsnachweis voraus.

Notenbildung Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Modulprüfung.

Grundlage für -

Medien- und Instruktionsdesign im Nebenfach

Modul zugeordnet zu Psychologie

Code 8212876576

ECTS-Punkte 4

Präsenzzeit 2

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Prof. Dr. T. Seufert

Dozent(en) Prof. Dr. T. Seufert

Einordnung in die Studiengänge Informatik B.Sc., Wahlpflichtmodul im Rahmen des Anwendungsfaches Psychologie

Informatik M.Sc., Wahlpflichtmodul im Rahmen des Anwendungsfaches Psychologie (neubeginnend)

Physik B.Sc., Wahlpflichtmodul im Nebenfach Psychologie

Wirtschaftsphysik B.Sc., Wahlpflichtmodul im Nebenfach Psychologie

Vorkenntnisse Grundlegende Kenntnisse pädagogischer Psychologie

Lernziele Die Studierenden sollen die zentralen Fragestellungen, die wesentlichen theoretischen Modelle sowie wichtige Befunde der wissenschaftlichen Disziplinen Medienpsychologie und Medienpädagogik in eigenen Worten erklären, deren Stärken und Schwächen beurteilen und Zusammenhänge und Unterschiede erklären können. Sie erlangen zudem einen Überblick über verschiedene Lehr- und Lernmedien sowie deren unterschiedliche Anforderungen bezüglich einer effektiven Gestaltung. Des Weiteren lernen die Studierenden Instruktionen zu entwickeln und zu evaluieren, sowie Faktoren für effektive medienbasierte Lehr-Lernprozesse zu erläutern. Sie sollen zudem lernen, empirische Forschungsarbeiten kritisch zu beurteilen und deren Befunde in einen größeren Zusammenhang der vermittelten Konzepte, Theorien und Befunde einordnen können.

Inhalt Der E-Learning-Kurs gibt einen Überblick über die Disziplinen Medienpsychologie und Instruktionsdesign. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Frage der Gestaltung verschiedenster Lehr-Lernmedien, wie bspw. Texte, Bilder, Animationen, Podcasts und Videos. Es werden die wichtigsten lerntheoretischen, medienspezifischen und instruktionspsychologischen Ansätze und Modelle vorgestellt und anhand von medialen Beispielen praxisnah erörtert. Aktuelle Forschungsbefunde zur Gestaltung werden vorgestellt und sollen von den Teilnehmer*innen selbst aktiv erprobt und kommentiert werden. Besonders wichtig ist es im Kurs, verschiedene Lernmedien selbst zu erproben und sie in Bezug auf die Lernunterstützung zu bewerten und zu optimieren.

Literatur

- Mayer, R. E. (2005). The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. Cambridge University Press.
- Seufert, T., Leutner, D., & Brünken, R. (2004). Psychologische Grundlagen des Lernens mit Neuen Medien. Lehrbrief für den Fernstudiengang „Medien und Bildung“ der Universität Rostock.

Lehr- und Lernformen Pflicht: E-Learning-Kurs „Medien- und Instruktionsdesign“ (4 LP, jedes Sommersemester)

Arbeitsaufwand Gesamtaufwand 120 Std. (90 Std. E-Learning, 30 Std. Selbststudium zur Prüfungsvorbereitung)

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Portfolio-Prüfung.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Vorlesung Entwicklungspsychologie

Modul zugeordnet zu Psychologie

Code 8212870119

ECTS-Punkte 4

Präsenzzeit 2

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Prof. D. Zimprich

Dozent(en) Dozenten des Instituts für Psychologie und Pädagogik und ggf. Lehrbeauftragte

Einordnung in die Studiengänge

Biologie M.Sc., Wahlpflicht im Rahmen des Nebenfaches Psychologie

Informatik B.Sc., Wahlpflicht im Rahmen des Anwendungsfaches Psychologie

Informatik M.Sc., Wahlpflicht im Rahmen des Anwendungsfaches Psychologie (neu beginnend)

Vorkenntnisse

Formal: Vergleiche die dem entsprechenden Studiengang zugehörige fachspezifische Prüfungsordnung, in der zum Zeitpunkt des Studienbeginns gültigen bzw. gewählten Fassung.

Inhaltlich: Keine.

Lernziele

Die Studierenden sind in der Lage

- Grundbegriffe der Entwicklungspsychologie zu definieren und zu erläutern.
- Theorien, Methoden und empirische Forschungsergebnisse der Entwicklungspsychologie zu benennen, zu beschreiben und kritisch zu beurteilen.
- Phänomene alterstypischer Veränderungen und Stabilitäten im Verhalten und Erleben, im Lernen und Leisten über die Lebensspanne zu benennen und voneinander abzugrenzen.
- Empirische Forschungsbefunde zu erläutern und unter theoretischen und methodischen Aspekten einzuordnen sowie kritisch zu bewerten.

- Entwicklungspsychologische Theorien auf praktische und angewandte Fragestellungen zu beziehen.
- Wissenschaftliche Texte zu lesen, ihre Inhalte zu erläutern, ihre Qualität einzuordnen und zu bewerten und ihre Relevanz zu beurteilen.

Inhalt	Das Modul bietet einen Überblick über zentrale Theorien der Entwicklungspsychologie und Phänomene alterstypischer Veränderungen und Stabilitäten im Verhalten und Erleben, im Lernen und Leisten über die Lebensspanne. Die Studierenden lernen wesentliche Forschungsmethoden und empirische Befunde des Fachgebiets kennen.
---------------	---

Literatur	Lohaus, A. & Vierhaus, M. (2013). <i>Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters für Bachelor</i> . Berlin: Springer. Weitere Literatur wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.
------------------	---

Lehr- und Lernformen	Pflicht: Vorlesung „Entwicklungspsychologie“ (2 SWS, 4 LP, WiSe)
-----------------------------	---

Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand: 120 Std. 30 Std. Präsenzzeit 30 Std. Selbststudium zur Vor- und Nachbereitung 60 Std. Selbststudium zur Prüfungsvorbereitung
-----------------------	--

Bewertungsmethode	Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt aufgrund des Bestehens einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl). Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen (bzw. 2 Wochen bei Wiederholungsprüfungen) vor dem Prüfungsdatum. Die Anmeldung zu dieser Prüfung setzt keinen Leistungsnachweis voraus.
--------------------------	---

Notenbildung	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Modulprüfung.
---------------------	---

Grundlage für	Medienpsychologie und Instruktionsdesign (Modul-Nr. 76516) (empfohlen)
----------------------	--

Vertiefung Arbeits-, Organisations- und Ingenieurpsychologie im Nebenfach

Modul zugeordnet zu Psychologie

Code	8212876582
ECTS-Punkte	4
Präsenzzeit	2
Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer	1
Turnus	unregelmäßig
Modulkoordinator	Prof. Dr. K. Melchers, Prof. Dr. M. Baumann
Dozent(en)	Prof. Dr. K. Melchers, Prof. Dr. M. Baumann
Einordnung in die Studiengänge	B.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnologie, Nebenfach Psychologie B.Sc. Informationssystemtechnik, Nebenfach Psychologie B.Sc. Physik, Nebenfach Psychologie B.Sc. Wirtschaftsphysik, Nebenfach Psychologie
Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse der Arbeits- und Organisationspsychologie.
Lernziele	Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none">• theoretische Konzepte und empirische Befunde zu wichtigen Bereichen der Arbeits-, Organisations- und Ingenieurpsychologie oder zu weiteren verwandten Themenfeldern zu benennen und zu erklären.• Modelle, Konzepte und Ansätze der Personalentwicklung, des Umgangs mit Veränderungen in Organisationen, der Zusammenarbeit mit anderen, der Gestaltung und Bewertung der Mensch-Maschine-Interaktion, der Bedingungen und Folgen der Automation, sowie menschliche Fehler und Zuverlässigkeit zu erklären, zu unterscheiden und zu bewerten.• Interventions- und Evaluationsmethoden der Arbeits-, Organisations- und Ingenieurpsychologie zu erklären und zu bewerten.
Inhalt	In dieser Vorlesung wird in weitere Gegenstandsbereiche der Arbeits-, Organisations- und Ingenieurpsychologie eingeführt. Aus der Organisationspsychologie werden Themen behandelt wie z. B. Personalentwicklung, Leistungsbeurteilung, organisationale Veränderungen,

Teams, oder organisationale Fairness, und aus der Arbeits- und Ingenieurpsychologie als Fortführung der Themen der Arbeitspsychologie werden Themen vertieft wie Paradigmen der Mensch-Maschine-Interaktion, Methoden der Gestaltung und Evaluation von Mensch-Maschine-Schnittstellen, Bedingungen und Folgen der Automation, sowie menschliche Fehler und Zuverlässigkeit in unterschiedlichen Domänen (z.B. Verkehr, Medizin, Luftfahrt, im privaten Bereich).

Literatur	<p>Nerdinger, F., Blickle, G., & Schaper, N. (2014). <i>Arbeits- und Organisationspsychologie</i> (3. Aufl.). Springer.</p> <p>Schuler, H., & Kanning, U. P. (2014). <i>Lehrbuch der Personalpsychologie</i> (3. Aufl.). Hogrefe.</p> <p>Wickens, C.D., Hollands, J.G., Banbury, S., & Parasuraman, R. (2012). <i>Engineering Psychology and Human Performance</i>. Pearson.</p>
Lehr- und Lernformen	<p>Pflicht: Vorlesung Vertiefung Arbeits-, Organisations- und Ingenieurpsychologie (2 SWS, 4 LP, SoSe).</p>
Arbeitsaufwand	<p>Vorlesung: 120 Std.</p> <p>30 Std. Präsenzzeit</p> <p>30 Std. Selbststudium zur Vor- und Nachbereitung</p> <p>60 Std. Selbststudium zur Prüfungsvorbereitung</p>
Bewertungsmethode	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl (die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben).</p>
Notenbildung	<p>Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.</p>
Grundlage für	<p>-</p>

Vorlesung Allgemeine Psychologie I

Modul zugeordnet zu Psychologie

Code 8212876515

ECTS-Punkte 4

Präsenzzeit 2

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Prof. A. Huckauf

Dozent(en) Dozenten des Instituts für Psychologie und Pädagogik und ggf. Lehrbeauftragte

Einordnung in die Studiengänge

Biologie M.Sc., Wahlpflicht im Rahmen des Nebenfaches Psychologie

Elektrotechnik und Informationstechnologie B.Sc., Wahlpflicht im Rahmen des Nebenfaches Psychologie

Informationssystemtechnik B.Sc., Wahlpflicht im Rahmen des Nebenfaches Psychologie

Informatik B.Sc., Pflichtmodul im Rahmen des Anwendungsfaches Psychologie

Informatik M.Sc., Pflichtmodul im Rahmen des Anwendungsfaches Psychologie

Vorkenntnisse keine

Lernziele Die Studierenden sind in der Lage

- Beziehungen der Allgemeinen Psychologie zu anderen Teildisziplinen der Psychologie (z.B. Differentielle Psychologie, Entwicklungspsychologie, Sozialpsychologie, Biologische Psychologie) herzustellen
- Klassische Forschungsfragen der Allgemeinen Psychologie zu kennen und zu verstehen.
- Themengebiete, klassische Methoden und Befunde der Psychophysik, der Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsforschung zu benennen und zu erläutern.
- zentrale theoretische Annahmen zu definieren und zu unterscheiden und deren wissenschaftliche Erforschung im historischen Kontext zu bewerten.
- Theorie, empirische Forschung und Anwendung psychologischer Erkenntnisse zueinander in Beziehung zu setzen.
- Paradigmen zu einzelnen Teilbereichen, klassische Untersuchungen sowie verschiedene experimentelle Verfahren zu benennen und zu beschreiben.

- experimentelle Umsetzungen zu kennen und zu verstehen
- Experimentelle Versuchsanordnungen kritisch zu bewerten und die damit erhobenen Daten angemessen zu interpretieren.
- schlüssig zu argumentieren und Befunde angemessen zu interpretieren.

Inhalt Gegenstand der Vorlesung sind die Themen Psychophysik, Wahrnehmung, Objekterkennung, Vorstellung, Aufmerksamkeit und Bewusstsein. Dabei werden neben einer Einführung in die theoretischen und methodischen Grundlagen der Allgemeinen Psychologie und Psychophysik zentrale Phänomene und Konzepte wie beispielsweise Empfindungsschwellen, Signalentdeckung, Konstanzleistungen, Latenzen, Maskierungsphänomene, Nacheffekte und andere behandelt. Zu allen Themenbereichen wird in klassische und aktuelle Theorien und Methoden sowie zentrale Paradigmen und Forschungsarbeiten eingeführt.

Literatur Einschlägige Lehrbücher der Kognitionspsychologie, teilweise englischsprachig, darunter beispielsweise:

Bittrich, K. & Blankenberger, S. (2011). Experimentelle Psychologie. Beltz Verlag.

Eysenck, M.W. & Keane, M.T. (2010). Cognitive Psychology – A students' handbook. Psychology Press.

Gegenfurtner, Goldstein, Neuser & Plata (2014). Wahrnehmungspsychologie: Der Grundkurs. Heidelberg: Spektrum

Schönhammer (2009). Einführung in die Wahrnehmungspsychologie. UTB.

Wendt (2013). Allgemeine Psychologie - Wahrnehmung.

Lehr- und Lernformen Pflicht:
Vorlesung „Allgemeine Psychologie I“ (2 SWS, 4 LP, SoSe)

Arbeitsaufwand Gesamtaufwand: 120 Std.

30 Std Präsenzzeit

30 Std Vor- und Nachbereitung

60 Std Selbststudium zur Prüfungsvorbereitung

Bewertungsmethode Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt aufgrund des Bestehens einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl). Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum. Die Anmeldung zu dieser Prüfung setzt keinen Leistungsnachweis voraus.

Notenbildung Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Modulprüfung.

Grundlage für

Arbeits- und Organisationspsychologie Ia (Modul-Nr. 72566) (empfohlen)

Arbeits- und Organisationspsychologie Ib (Modul-Nr. 72567) (empfohlen)

Medienpsychologie und Instruktionsdesign (Modul-Nr. 76516) (empfohlen)

Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre

Modul zugeordnet zu Wirtschaftswissenschaften

Code 8212870189

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Professor Dr. Andre Guettler, Professor Dr. Rouven Trapp

Dozent(en) Professor Dr. Andre Guettler, Professor Dr. Rouven Trapp

Einordnung in die Studiengänge B.Sc. Wirtschaftswissenschaften (Pflichtmodul)

Vorkenntnisse Keine

Lernziele Die Studierenden sind in der Lage,

- Grundbegriffe der Betriebswirtschaftslehre zu benennen,
- zentrale Unternehmensziele hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren,
- Lösungen für einfache Planungs-, Entscheidungs- und Kontrollprobleme zu ermitteln,
- grundlegende Aspekte der Unternehmensorganisation sowie der Personalplanung und -motivation zu bewerten,
- Lösungen für einfache Probleme in den Bereichen der Beschaffung, Produktion und des Marketings zu entwickeln,
- Finanzierungsformen zu vergleichen und Investitionsentscheidungen zu beurteilen,
- wichtige Merkmale des Rechnungswesens darzulegen.

Inhalt

- Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre
- Unternehmensziele
- Planung, Entscheidung und Kontrolle
- Organisation
- Personalwirtschaft und -führung
- Beschaffung
- Produktion
- Marketing
- Investition und Finanzierung
- Rechnungswesen

-
- Literatur**
- Wöhe, G. (2020): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 27. Aufl., Vahlen, München.
 - Balderjahn, I./Specht, G. (2020): Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 8. Aufl., Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
 - Thommen, J.-P./Achleitner, A.-K./Gilbert, D.U./Hachmeister, D./Kaiser, G. (2020): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 9. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden.
 - Schmalen, H./Pechtl, H. (2019): Grundlagen und Probleme der Betriebswirtschaft, 16. Aufl., Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

Lehr- und Lernformen Vorlesung (3 SWS) und Übung (1 SWS)

Arbeitsaufwand Präsenzstudium: 80 h
Selbststudium: 100 h
Summe: 180 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Zum Zwecke der Anrechnung von Prüfungsleistungen auf das Wirtschaftsprüferexamen darf dieses Modul zusätzlich mündlich erbracht werden (siehe § 19 Abs. 11 FSPO).

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Grundlagenveranstaltung für aufbauende Module

Grundlagen der Volkswirtschaftslehre

Modul zugeordnet zu Wirtschaftswissenschaften

Code 8212870192

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Prof. Dr. Georg Gebhardt; Institut für Wirtschaftswissenschaften

Dozent(en) Prof. Dr. Georg Gebhardt; Institut für Wirtschaftswissenschaften

Einordnung in die Studiengänge B.Sc. Wirtschaftswissenschaften (Pflichtmodul)
Mathematik, B. Sc., FSPO 2024, Wahlpflichtbereich Nebenfach
Wirtschaftswissenschaften
Mathematik, B. Sc., FSPO 2024, Wahlpflichtbereich fächerübergreifendes Nebenfach
Mathematik, M. Sc., FSPO 2024, Wahlpflichtbereich fächerübergreifendes Nebenfach
Wirtschaftsmathematik, B. Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich
Wirtschaftswissenschaften

Vorkenntnisse Keine

Lernziele In diesem Modul lernen die Studierenden ökonomisches Denken. Sie sind in die Lage

- einfache formale Modelle selbständig zu lösen, um aus bestimmten Annahmen logisch korrekte Schlussfolgerungen zu ziehen.
- aus Daten einfache Statistiken zu berechnen und diese zu interpretieren.
- festzustellen, ob die Schlussfolgerungen aus einem Modell konsistent mit den Daten in Form von Statistiken sind.
- mit Hilfe von Modellen, die konsistent mit empirischen Beobachtungen sind, die Folgen wirtschaftspolitischen Handelns zu analysieren und zu bewerten.

Außerdem vermittelt dieses Modul Kenntnis

- der wichtigsten ökonomischen Kennzahlen
- ausgewählter ökonomischer Institutionen Deutschlands und Europas
- ausgewählter wirtschaftspolitischer Fragestellungen der Vergangenheit

Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die kapitalistische Revolution 2. Technologischer Wandel, Bevölkerung und Wachstum 3. Knappheit, Arbeit und Entscheidungen 4. Soziale Interaktionen 5. Eigentum und Macht – Werte schaffen und aufteilen 6. Unternehmen – Eigentümer, Manager und Mitarbeiter 7. Unternehmen und ihre Kunden 8. Angebot und Nachfrage – Preisgestaltung und Wettbewerbsmärkte 9. Der Arbeitsmarkt – Löhne, Gewinne und Arbeitslosigkeit 10. Banken, Geld und der Kreditmarkt 11. Konjunkturschwankungen und Arbeitslosigkeit 12. Arbeitslosigkeit und Fiskalpolitik 13. Inflation, Arbeitslosigkeit und Geldpolitik
---------------	--

Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • The CORE Team (2017) "The Economy: Economics for a Changing World", Oxford, UK, Oxford University Press
------------------	---

Lehr- und Lernformen	Vorlesung (3 SWS) und Übung (1 SWS)
-----------------------------	-------------------------------------

Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 80h Selbststudium: 100 h Summe: 180 h
-----------------------	--

Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur.
--------------------------	---

Notenbildung	Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß § 17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 aus 4,0 ist nicht möglich.
---------------------	---

Grundlage für	Grundlagenveranstaltung für aufbauende Module
----------------------	---

Bachelorarbeit

Modul zugeordnet zu Bachelorarbeit

Code 8212880000

ECTS-Punkte 10

Präsenzzeit *keine Angaben*

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Alle Dozenten der Physik

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 6. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalt der Module Quantenmechanik, Grundlagen der Festkörperphysik, Projektpraktikum, Grundpraktikum Physik, Höhere Mathematik III

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- haben die Fähigkeit erworben, unter Anleitung einen Teilaspekt eines aktuellen Forschungsthemas aus der experimentellen oder theoretischen Physik zu bearbeiten.
- sind in der Lage, selbständig relevante Literatur zu recherchieren und über die Inhalte zu diskutieren.
- können ihre wissenschaftlichen Ergebnisse in einem Bericht darstellen und mündlich präsentieren.

Inhalt Bearbeitung eines aktuellen experimentellen oder theoretischen Forschungsprojekts.

Literatur -

Lehr- und Lernformen Experimentelle oder theoretische Abschlussarbeit in einem Institut des Fachbereichs Physik oder einer ihm angeschlossenen Einrichtung.

Arbeitsaufwand 30 h Vorbereitung der Bachelorarbeit (Literaturstudium)
180 h Durchführung der Bachelorarbeit
60 h Verfassen der Bachelorarbeit
Summe: 300 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der benoteten Bearbeitung eines vorgegebenen Themas nach den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis einschließlich schriftlicher Ausarbeitung.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für -
