

Offen im Denken



Modulhandbuch

zum

Bachelor-Studiengang

Physik

01. Mai 2025

Modulhandbuch Bachelor Physik

Modulhandbuch Bachelor Physik

Einleitung

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

Studienziele:

Die Absolventen des Bachelor-Programms verfügen mit ihren Kenntnissen und Fähigkeiten über eine Qualifizierung auf solider naturwissenschaftlich-mathematischer Grundlage, über die in der Berufsausübung benötigten Schlüsselqualifikationen und über eine hohe Flexibilität als Basis für die weitere Qualifizierung und Spezialisierung; sie sind prinzipiell zur Aufnahme eines entsprechenden Masterstudiums geeignet. Im Einzelnen bedeutet dies:

- Sie haben ein solides physikalisches Wissen erworben, das sie zu einem prinzipiellen physikalischen Problemverständnis befähigt. In der Regel wird dies allerdings noch kein tiefes gehendes Verständnis aktueller Forschungsgebiete ermöglichen.
- Sie verfügen über fundierte Kenntnisse in den physikalischen Kernfächern (Klassische Physik mit Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik, Optik sowie Grundlagen der Quanten-, Atom- und Molekül-, Kern- und Elementarteilchen- und Festkörperphysik) einschließlich der zugehörigen mathematischen Methoden. Sie haben in der Regel auch überblicksmäßige Kenntnisse in ausgewählten anderen naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen erworben.
- Sie haben ihr Wissen exemplarisch auf physikalische Aufgabenstellungen angewandt und teilweise vertieft und haben damit einen Grundstein für eine Problemlösungskompetenz erworben.
- Sie haben grundlegende Prinzipien der Physik, deren inneren Zusammenhang und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden und sich darauf aufbauende Methoden angeeignet, die zur theoretischen Analyse, Modellierung und Simulation einschlägiger Prozesse geeignet sind.
- Sie kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen.
- Sie sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut, können moderne physikalische Messmethoden einsetzen und sind in der Lage, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen.
- Sie sind somit in der Lage, physikalische und teilweise auch fachübergreifende Probleme, die zielorientiertes und logisch fundiertes Herangehen erfordern, auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse selbstständig einzuordnen und durch Einsatz naturwissenschaftlicher und mathematischer Methoden zu analysieren bzw. zu lösen.
- Sie sind befähigt, ihr Wissen auf unterschiedlichen Gebieten einzusetzen und in ihrer beruflichen Tätigkeit verantwortlich zu handeln. Dabei können sie auch neue Tendenzen auf ihrem Fachgebiet erkennen und deren Methodik – gegebenenfalls nach entsprechender Qualifizierung – in ihre weitere Arbeit einbeziehen.
- Sie können das im Bachelorstudium erworbene Wissen ständig eigenverantwortlich ergänzen und vertiefen; sie sind mit entsprechenden Lernstrategien vertraut (lebenslanges Lernen) und prinzipiell zu einem weiterführenden Masterstudium befähigt.
- Sie haben in ihrem Studium Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen (z. B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitstechniken, Kooperationsbereitschaft, Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Regeln guter wissenschaftlicher Praxis) erhalten und sind befähigt, diese Fähigkeiten weiter auszubauen.
- Sie haben Kommunikationstechniken erlernt und sind mit Grundelementen der englischen Fachsprache vertraut.
- Sie sind dazu befähigt, eine geeignete wissenschaftliche Aufgabenstellung zu lösen und ihre Ergebnisse im mündlichen Vortrag und schriftlich (demonstriert in der Bachelor-Arbeit) zu präsentieren.

Modulhandbuch Bachelor Physik

Studienplan:

Das Bachelor-Programm Physik (Bachelor of Science in Physik (B.Sc.)) gliedert sich in vier Kompetenzbereiche. Während die Kompetenzbereiche Experimentelle Physik, Methodische Grundlagen und Theoretische Physik Module (siehe weiter unten) beinhalten, die für alle Studierenden verpflichtend sind, können die Studierenden im Modul „Physikalische Vertiefung“ sowie im Ergänzungsbereich und in der Bachelor-Arbeit in begrenztem Umfang nach eigener Wahl Schwerpunkte setzen. Die Inhalte aller Kompetenzbereiche werden ständig dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand angepasst, um den Studierenden die bestmögliche Ausbildung in modernen Konzepten der Physik und in Schlüsselqualifikationen zu bieten.

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

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

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

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

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

Das Studium schließt mit der 12-wöchigen Bachelor-Arbeit ab. Die Arbeit wird von einer Hochschullehrerin, einem Hochschullehrer, einer Privatdozentin oder einem Privatdozierenden individuell betreut. Im Rahmen der Möglichkeiten des Fachbereichs können die Studierenden ihre Betreuerin oder ihren Betreuer und somit ein Spezialgebiet für ihre Arbeit frei wählen.

Dieses Modulhandbuch ist ebenfalls nach Kompetenzbereichen gegliedert. Jedem Kompetenzbereich sind bestimmte Module zugeordnet. Jedem Modul ist eine Modulbeschreibung beigelegt. In dieser Beschreibung findet man Angaben zu den Zielen des Moduls, zu Art und Umfang sowie zu den Inhalten der darin enthaltenen Lehrveranstaltungen, empfohlene Literatur und - nicht zuletzt - Angaben zu den Modalitäten der geforderten Prüfungen und Studienleistungen. Details zur jeweils geforderten Prüfungsleistung sowie zu etwaigen als "Prüfungsvorleistung"

Modulhandbuch Bachelor Physik

geforderten Studienleistungen findet man in der jeweiligen Modulbeschreibung sowie in der Beschreibung der einzelnen zu einem Modul gehörenden Lehrveranstaltungen. In einigen Fällen enthält die Beschreibung der Prüfungsmodalitäten mehrere Alternativen zur Prüfungsform (z. B. schriftliche oder mündliche Prüfung), Prüfungsdauer (z.B. 45 - 60 Minuten) oder zu den Kriterien zur Erfüllung einer Prüfungsvorleistung (z.B. erfolgreiche Teilnahme an den Übungen). In diesen Fällen werden die Prüfungsmodalitäten vom jeweiligen Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung (z. B. in der ersten Vorlesungsstunde) zusammen mit den jeweiligen Prüfungsterminen für alle Teilnehmer verbindlich festgelegt. Fragen bezüglich der Inhalte der Module sind an die in den Beschreibungen genannten Modulverantwortlichen oder an den Dozierenden bzw. die Dozentin der aktuellen Lehrveranstaltung zu richten.

Für Studierende, die den mit dem "normalen" Studienplan verbundenen Zeitaufwand nicht leisten können oder wollen, bietet die Fakultät für Physik ein Teilzeitstudium an, bei dem dieselben Lehrveranstaltungen wie im regulären Bachelorstudiengang auf eine Regelstudienzeit von 9 anstelle 6 Semestern verteilt werden. Als Beispiel für die zeitliche Einteilung im Teilzeitstudium dient der Studienplan Anlage 2.

Modulhandbuch Bachelor Physik

Zuordnung der Module zu Kompetenzbereichen

Anlage 1: Zuordnung der Module zu Kompetenzbereichen (Vollzeitstudium)

| Semester | Experimentelle Physik | | Methodische Grundlagen | | Theoretische Physik | | Ergänzungsbereich | | ΣCr |
|----------|--------------------------------|----|---------------------------|----|-----------------------|----|--|-------------------------------|-------------|
| | Modul | Cr | Modul | Cr | Modul | Cr | Modul | Cr | |
| 1 | Experimentalphysik 1 | 9 | Mathematik für Physiker 1 | 9 | Theoretische Physik 1 | 8 | Schlüsselqualifikationen - E1 | 2 | 60 |
| 2 | Experimentalphysik 2 | 9 | | 9 | | 9 | | 2 | |
| 3 | Experimentalphysik 3 | 9 | | 9 | | 10 | | 3 | |
| 4 | Experimentalphysik 4 | 9 | Mathematik für Physiker 2 | 9 | Theoretische Physik 2 | 9 | Allgemeinbildende Grundlagen (6-12 Cr) | 2 | 60 |
| 5 | Experimentalphysik 5 | 9 | | 9 | | 10 | | 2 | |
| 6 | Praktikum für Fortgeschrittene | 3 | | 4 | | 9 | | 5 | 60 |
| | | 9 | Physikalische Vertiefung | 2 | Theoretische Physik 3 | 10 | Studium Liberale - E3 (6-12 Cr) | 5 | |
| | | | | | | | | 5 | |
| | Bachelor-Arbeit | | | | | | 12 | Schlüsselqualifikationen - E1 | 2 |
| Σ | | 57 | | 42 | | 58 | | | 23 180 |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Anlage 2: Zuordnung der Module zu Kompetenzbereichen (Teilzeitstudium)

| Semester | Experimentelle Physik | | Methodische Grundlagen | | Theoretische Physik | | Ergänzungsbereich | | Σ Cr |
|----------|--------------------------------|----|---------------------------|----|-----------------------|----|-------------------------------|----|---|
| | Modul | Cr | Modul | Cr | Modul | Cr | Modul | Cr | |
| 1 | Experimentalphysik 1 | 9 | Mathematik für Physiker 1 | 9 | | | Schlüsselqualifikationen - E1 | 2 | Allgemeinbildende Grundlagen (6-12 Cr) Studium Liberale - E3 (6-12 Cr) |
| 2 | Experimentalphysik 2 | 9 | Mathematik für Physiker 2 | 9 | | | | 2 | |
| 3 | | | Mathematik für Physiker 3 | 9 | Theoretische Physik 1 | 8 | | 3 | |
| 4 | | | Mathematik für Physiker 4 | 9 | Theoretische Physik 2 | 9 | | 2 | |
| 5 | Experimentalphysik 3 | 9 | | | Theoretische Physik 3 | 10 | | 1 | |
| 6 | Experimentalphysik 4 | 9 | | | Theoretische Physik 4 | 10 | | 1 | |
| 7 | Experimentalphysik 5 | 9 | | | Theoretische Physik 5 | 9 | | 2 | |
| 8 | Praktikum für Fortgeschrittene | 10 | Physikalische Vertiefung | 4 | | | | 6 | |
| 9 | | 2 | | 2 | | | Schlüsselqualifikationen - E1 | 4 | 20 |
| Σ | | 57 | | 42 | | 58 | | 23 | 180 |

Kompetenzbereich Experimentelle Physik

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | | | | |
|--|--|-------------------|---------|---------|---------|
| Experimentalphysik 1 | | PHYSIK-B1-EP1 | | | |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich | | | | |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | | Physik | | | |
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) | | | | |
| Physik | Ba | | | | |
| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits | | |
| 1 | 15 Wochen | P | 9 | | |
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen | | | | |
| Keine | Vorkurs Mathematik / Physik | | | | |
| Zugehörige Lehrveranstaltungen: | | | | | |
| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
| I | Grundlagen der Physik 1 (Mechanik, Strömungslehre) | P | 6 | 180 h | 6 |
| II | Grundlagenpraktikum 1 | P | 3 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 180 h | 9 |
| Lernergebnisse / Kompetenzen | | | | | |
| Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der klassischen Mechanik weitgehend verstanden. Sie können ihr Wissen exemplarisch auf physikalische Aufgabenstellungen aus diesem Bereich anwenden und haben damit einen Grundstein für Problemlösungskompetenz erworben. Sie können die Konzepte anhand eigener, in Kleingruppen durchgeführter Experimente nachvollziehen und sammeln dabei auch Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen (z.B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden, Teamfähigkeit, Kommunikation und Kooperationsbereitschaft). | | | | | |
| davon Schlüsselqualifikationen | | | | | |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken, Teamfähigkeit, Kooperationsbereitschaft. | | | | | |
| Prüfungsleistungen im Modul | | | | | |
| Klausur in I (benotet, Klausurnote ist die Modulnote), Abtestate in II (unbenotet).. | | | | | |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote | | | | | |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B1-EP1 und PHYSIK-B2-EP2 geht mit dem Gewicht 18 Cr in die Gesamtnote ein. | | | | | |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | |
|---|--------------------|--------------------------|
| Experimentalphysik 1 | PHYSIK-B1-EP1 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen der Physik 1 (Mechanik, Strömungslehre) | PHYSIK-B1-EP1-V | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 1 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können grundlegende Konzepte der klassischen Mechanik und der Strömungslehre nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Arbeitsmethode der Physik, physikalische Größen, Maßsystem, vektorielle Größen, Darstellung physikalischer Zusammenhänge • Mechanik des Massenpunktes: Massenpunkt und Bahnkurve, geradlinige Bewegung, Geschwindigkeit und Beschleunigung, Kreisbewegung, allgemeine krummlinige Bewegung, die Newtonschen Axiome, Kraft und Masse, Anwendung der Newtonschen Bewegungsgleichung, der schiefe Wurf, Kraft und Linearimpuls, allgemeine Formulierung der Newtonschen Bewegungsgleichung, Drehmoment und Drehimpuls, Arbeit und Leistung, kinetische und potentielle Energie, Energieerhaltung, Gravitationsgesetz, Gravitationskraft und potentielle Energie, Planetenbahnen, beschleunigte Bezugssysteme • Massenpunktsysteme: Newtonsche Bewegungsgleichung, Erhaltungssätze, Wechselwirkungen mit kurzer Reichweite, Stoßgesetze |

Modulhandbuch Bachelor Physik

- **Starrer Körper:** Starrer Körper als System von Massenpunkten, Statik des starren Körpers, Dynamik des starren Körpers, Rotation um feste Achse, Berechnung von Trägheitsmomenten, Beispiele für Drehbewegungen um eine feste Achse, Arbeit, Leistung und kinetische Energie bei Drehbewegungen um eine feste Achse, Drehimpulserhaltung bei raumfester Achse, Rotation um freie Achsen, Kreisel
- **Mechanische Schwingungen:** Harmonische Schwingungen, gedämpfte harmonische Schwingungen, erzwungene harmonische Schwingungen, Resonanz, Überlagerung harmonischer Schwingungen, gekoppelte harmonische Schwingungen, Molekülschwingungen als Beispiel anharmonischer Schwingungen
- **Reale feste und flüssige Körper:** Deformation fester und flüssiger Körper, Kompressibilität, Schweredruck, Auftrieb, Flüssigkeitsgrenzflächen, stationäre Strömung idealer Flüssigkeiten, Druckmessung in Strömungen, Anwendungen der Bernoullischen Gleichungen, stationäre Strömungen realer Flüssigkeiten, turbulente Strömungen

Prüfungsleistung

Klausur

Literatur

- W. Demtröder: Experimentalphysik 1, Springer
- Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, de Gruyter
- Pfeiler, Experimentalphysik: Mechanik, Schwingungen und Wellen, de Gruyter
- Paul A. Tipler: Physik, Springer
- Halliday: Physik, Wiley VCH
- Halliday, Resnick, Walker "Fundamentals of physics" Wiley-VCH 2009

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Experimentalphysik 1 | PHYSIK-B1-EP1 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlagenpraktikum 1 | PHYSIK-B1-EP1-P | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------------------------|
| 1 | WS | Deutsch | 15 Gruppen mit je 2 Studierenden |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und benutzen. Sie können Messergebnisse auswerten, beurteilen und die Ergebnisse in geeigneter Form darstellen. |
| Inhalte |
| Durchführung, Auswertung und Protokollierung von Experimenten aus dem Bereich der Mechanik und Strömungslehre. |
| Prüfungsleistung |
| Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Versuchen, sowie Anfertigung der Versuchsprotokolle (unbenotet). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Walcher: „Praktikum der Physik“ • Eichler, Kronfeld, Sahm: „Das neue Physikalische Grundpraktikum“ • Bergmann-Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist die Teilnahme an der Sicherheitsbelehrung. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | | | | | |
|---|--|-------------------|---------|---------------|---------|--|
| Experimentalphysik 2 | | | | PHYSIK-B2-EP2 | | |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich | | | | | |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik | | | | | |
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) | | | | | |
| Physik | Ba | | | | | |
| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits | | | |
| 2 | 15 Wochen | P | 9 | | | |
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen | | | | | |
| Keine | PHYSIK-B1-GP1 | | | | | |
| Zugehörige Lehrveranstaltungen: | | | | | | |
| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungs-typ | SWS | Auf-wand | Credits | |
| I | Grundlagen der Physik 2 (Wärmelehre, Elektrodynamik) | P | 6 | 180 h | 6 | |
| II | Grundlagenpraktikum 2 | P | 3 | 90 h | 3 | |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 270 h | 9 | |
| Lernergebnisse / Kompetenzen | | | | | | |
| Die Studierenden können physikalische Begriffe aus dem in I behandelten Bereich korrekt verwenden, sind mit den entsprechenden Phänomenen vertraut und können einfache Probleme mathematisch erfassen und selbstständig lösen. Sie können die Konzepte anhand selbsttätiger Experimente nachvollziehen. | | | | | | |
| davon Schlüsselqualifikationen | | | | | | |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken, Teamfähigkeit, Kooperationsbereitschaft. | | | | | | |
| Prüfungsleistungen im Modul | | | | | | |
| Klausur in I (benotet, Klausurnote ist die Modulnote), Versuchstestate in II (unbenotet). | | | | | | |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote | | | | | | |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B1-EP1 und PHYSIK-B2-EP2 geht mit dem Gewicht 18 Cr in die Gesamtnote ein. | | | | | | |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|--------------------|-----------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Experimentalphysik 2 | PHYSIK-B2-EP2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen der Physik 2 (Wärmelehre, Elektrodynamik) | PHYSIK-B2-EP2-V | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 2 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können grundlegende Konzepte der Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik und Elektrodynamik nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbständig lösen. |
| Inhalte |
| <p>Wärmelehre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorbemerkungen und Begriffserläuterungen: Stoffmenge und Teilchenzahl, Temperatur und Thermometer, Temperaturskalen, thermische Ausdehnung fester und flüssiger Körper und von Gasen, Zustandsgleichung idealer Gase, Grundzüge der kinetischen Gastheorie, Druck, Temperatur und kinetische Energie, innere Energie idealer Gase, Wärme, Wärmemenge und Wärmekapazität, Kalorimetrie, Barometrische Höhenformel und Boltzmann-Verteilung, Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung • Der I. Hauptsatz der Wärmelehre: Zustandsänderungen am idealen Gas, Reversible und irreversible Zustandsänderungen, spezielle Kreisprozesse, Wärmepumpe und Kältemaschine • Der II. Hauptsatz der Wärmelehre: Die Entropie, Entropieänderungen am idealen Gas, Entropieänderung bei irreversiblen Prozessen, Aggregatzustände und Phasen, Koexistenz von Flüssigkeit und Dampf, Koexistenz von Festkörpern und Flüssigkeit oder Gas, Zustandsgleichung realer Gase, Gasverflüssigung: Joule-Thomson-Effekt • Transportphänomene: Molekulardiffusion, Wärmeleitung, Viskosität |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Elektrodynamik

- **Elektrostatik:** Elektrische Ladung, Coulomb Gesetz, elektrisches Feld, Elementarladung, Feldstärke und Potential Leiter im elektrischen Feld, elektrischer Fluss, Dielektrika
- **Elektrischer Strom:** Ladungstransport und Ohm'sches Gesetz, mikroskopische Deutung, Temperaturabhängigkeit, Joulesche Wärme, Kontinuitätsgleichung, Kirchhoff'sche Regeln, Auf- und Entladung von Kondensatoren, Messen von Strömen
- **Statische Magnetfelder:** Grundlegende Experimente, magnetische Kraftwirkung auf elektrische Ladungen, Quellen des magnetischen Feldes, magnetische Induktion
- **Zeitlich veränderliche Felder:** Faraday'sches Induktionsgesetz, Verschiebungsstrom, Maxwellsche Gleichungen, Lenzsche Regel, Induktivität, Energie des magnetischen Feldes
- **Wechselstromkreise:** Wechselstrom, Wechselstromkreis mit komplexen Widerständen, komplexe Widerstände, lineare Netzwerke, elektromagnetischer Schwingkreis, Gleichrichtung
- **Materie im magnetischen Feld:** Magnetische Suszeptibilität, Dia-, Para-, Ferromagnetismus

Prüfungsleistung

Klausur

Literatur

- W. Demtröder: Experimentalphysik 1 und 2, Springer
- Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, de Gruyter
- Pfeiler, Experimentalphysik, Band 2 und 3, de Gruyter
- Paul A. Tipler: Physik, Springer
- Halliday: Physik, Wiley VCH

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Experimentalphysik 2 | PHYSIK-B2-EP2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlagenpraktikum 2 | PHYSIK-B2-EP2-P | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|-----------------|
| 2 | SS | Deutsch | 15 Gruppen je 2 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und benutzen. Sie können Messergebnisse auswerten, beurteilen und die Ergebnisse in geeigneter Form darstellen. |
| Inhalte |
| Durchführung, Auswertung und Protokollierung von Experimenten aus dem Bereich der Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik, Elektrodynamik. |
| Prüfungsleistung |
| Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von 6 Versuchen, sowie Anfertigung der Versuchsprotokolle (unbenotet). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Walcher: Praktikum der Physik • Eichler, Kronfeld, Sahm: Das neue Physikalische Grundpraktikum • Bergmann, Schäfer: Experimentalphysik |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist die Teilnahme an der Sicherheitslehrung. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | | | | |
|---|--|---|---------|---------------------------|---------|
| Experimentalphysik 3 | | | | PHYSIK-B3-EP3 | |
| Modulverantwortliche/ Studiendekan:in der Fakultät für Physik | | | | Fachbereich Physik | |
| Zuordnung zum Studiengang Physik | | | | Modulniveau (Ba/Ma) Ba | |
| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits | | |
| 3 | 15 Wochen | P | 9 | | |
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung Keine | | Empfohlene Voraussetzungen PHYSIK-B2-EP2 | | | |
| Zugehörige Lehrveranstaltungen: | | | | | |
| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
| I | Grundlagen der Physik 3 (El.-magn. Wellen, Optik, Lichtquanten, Materiewellen) | P | 6 | 180 h | 6 |
| II | Grundlagenpraktikum 3 | P | 3 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 270 h | 9 |
| Lernergebnisse / Kompetenzen | | | | | |
| Die Studierenden können physikalische Begriffe aus dem in I behandelten Bereich korrekt verwenden, sind mit den entsprechenden Phänomenen vertraut und können einfache Probleme mathematisch erfassen und selbstständig lösen. Sie können die Konzepte anhand selbsttätiger Experimente nachvollziehen. | | | | | |
| davon Schlüsselqualifikationen | | | | | |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. | | | | | |
| Prüfungsleistungen im Modul | | | | | |
| Klausur in I (benotet, Note ist die Modulnote), Versuchstestate in II (unbenotet); | | | | | |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote | | | | | |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B3-EP3 und PHYSIK-B4-EP4 geht mit dem Gewicht 18 Cr in die Gesamtnote ein. | | | | | |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|-----------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Experimentalphysik 3 | PHYSIK-B3-EP3 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen der Physik 3 (El.-magn. Wellen, Optik, Lichtwellen, Materiewellen) | PHYSIK-B3-EP3-V | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierenden der Experimentalphysik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 3 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können grundlegende Konzepte elektromagnetischer Wellen, der Optik, Lichtwellen und Materiewellen nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Harmonische Wellen im Raum: Grundlagen und Definition, das Huygen-sche Prinzip der Wellenausbreitung, Reflexion und Brechung, Beugung am Spalt, Beugung an einer Kreisblende, Interferenz: Überlagerung zweier Kugelwellen, mehrere ebenen Wellen, Beugung am Gitter, Babinet'sches Theorem, Beugung und Fourier-Transformation, Wellenausbreitung in dispersiven Medien. • Elektromagnetische Wellen: Existenz und grundsätzliche Eigenschaften, Energietransport durch elektromagnetische Wellen, Reflexion und Transmission elektromagnetischer Wellen, Elektromagnetische Wellen in homogenen, isotropen, neutralen und leitenden Substanzen, Wechselwirkung elektromagnetischer Wellen mit Metallen, Übertragung von Signalen durch Kabel, Doppler-Effekt und Aberration bei elektromagnetischen Wellen, Entstehung elektromagnetischer Wellen • Optik: Geometrische Optik, Interferenzerscheinungen, Einfluss der Beugung auf das Auflösungsvermögen abbildender optischer Instrumente, Polarisierungerscheinungen • Quantennatur elektromagnetischer Strahlung: Strahlung des Schwarzen Körpers, spezifische Wärme fester Substanzen, Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit Materie: Fotoeffekt, Compton-Effekt, Paareffekt, Photon • Wellennatur der Teilchenstrahlung: Hypothese von de Broglie, Experimente zum Nachweis von Materiewellen, Darstellung von Materiewellen, Wellenpakete |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|--|
| Prüfungsleistung |
| Klausur |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• Demtröder, Experimentalphysik Band 1 und 2, Springer• Demtröder, Electrodynamics and Optics, Mechanics and Thermodynamics, Springer |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Experimentalphysik 3 | PHYSIK-B3-EP3 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlagenpraktikum 3 | PHYSIK-B3-EP3-P | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|-----------------|
| 3 | WS | Deutsch | 15 Gruppen je 2 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und benutzen. Sie können Messergebnisse auswerten, beurteilen und die Ergebnisse in geeigneter Form darstellen. |
| Inhalte |
| Durchführung, Auswertung und Protokollierung von Experimenten aus dem Bereich der Optik, Lichtquanten, Materiewellen. |
| Prüfungsleistung |
| Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Versuchen, sowie Anfertigung der Versuchsprotokolle (unbenotet). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Walcher: „Praktikum der Physik“ • Eichler, Kronfeld, Sahm: „Das neue Physikalische Grund-praktikum“ • Bergmann-Schäfer: „Experimentalphysik“ |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist die Teilnahme an der Sicherheitslehrung. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | | | | |
|---|---|-------------------|---------|---------|---------|
| Experimentalphysik 4 | | PHYSIK-B4-EP4 | | | |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich | | | | |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik | | | | |
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) | | | | |
| Physik | Ba | | | | |
| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits | | |
| 4 | 15 Wochen | P | 9 | | |
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen | | | | |
| Keine | PHYSIK-B3-EP3 | | | | |
| Zugehörige Lehrveranstaltungen: | | | | | |
| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
| I | Grundlagen der Physik 4 (Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene) | P | 6 | 180 h | 6 |
| II | Grundlagenpraktikum 4 | P | 3 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 270 h | 9 |
| Lernergebnisse / Kompetenzen | | | | | |
| Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Quanten-, Atom- und Molekülphysik weitgehend verstanden. Sie können ihr Wissen exemplarisch auf physikalische Aufgabenstellungen aus diesem Bereich anwenden und haben damit einen Grundstein für Problemlösungskompetenz erworben. Sie können die Konzepte anhand eigener, in Kleingruppen durchgeführter Experimente nachvollziehen. | | | | | |
| davon Schlüsselqualifikationen | | | | | |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. | | | | | |
| Prüfungsleistungen im Modul | | | | | |
| Mündliche Prüfung in I (benotet, Note ist die Modulnote); Versuchstestate in II (unbenotet); | | | | | |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote | | | | | |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK -B3-EP3 und PHYSIK -B4-EP4 geht mit dem Gewicht 18 Cr in die Gesamtnote ein. | | | | | |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Experimentalphysik 4 | PHYSIK-B4-EP4 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen der Physik 4 (Atom- und Moleküophysik, Quantenphänomene) | PHYSIK-B4-EP4-V | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 4 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können grundlegende Konzepte der Atom- und Moleküophysik, sowie der Quantenphänomene nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Grenzen der klassischen Physik • Atomarer Aufbau der Materie: Atom- und Elektronen-Hypothese, experimentelle Methoden zur Bestimmung der Loschmidt-Zahl und Elementarladung • Atomspektren und Atommodelle: Atomare Linienspektren, ältere Atommodelle (Historischer Rückblick), Bohrsches Atommodell, Thomas-Fermi-Modell. • Welle-Teilchen-Dualismus und Unschärferelation: Welle-Teilchen-Dualismus, Unschärferelation, Beispiel zur Energie-Zeit-Ungleichheit. • Heisenbergsche Unschärferelation und Ehrenfest-Theorem als Konsequenz der Axiome: Heisenbergsche Unschärferelation, Ehrenfest-Theorem. • Wellenfunktion: Wiederholung und Zusammenfassung, Erläuterung des Begriffs Wahrscheinlichkeit, Wellenfunktion zur Beschreibung eines quantenmechanischen Zustandes, allgemeiner Fall. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

- **Lösung der Schrödinger-Gleichung in einfachen Beispielen:** Streuung freier Teilchen an einer Potentialstufe, Tunneleffekt durch eine Potentialbarriere, Kastenpotential, gebundene Zustände, eindimensionaler harmonischer Oszillator, gebundene und ungebundene Zustände, Allgemeines.
- **Das Wasserstoff-Atom, Ein-Elektron-Systeme:** Aufstellung und Lösung der Schrödinger-Gleichung, Wellenfunktionen des Ein-Elektron-Systems, Emission /Absorption elektromagnetischer Strahlung, Auswahlregeln für Dipolstrahlung, Termschema
- **Magnetisches Dipolmoment von Bahndrehimpuls und Eigendrehimpuls des Elektrons:** Bahndrehimpuls und magnetisches Moment, Zeemann-Effekt, Spin und magnetisches Moment des Elektrons, Stern-Gerlach-Experiment und Einstein-de Haas-Effekt, Spin-Bahn-Wechselwirkung, Feinstruktur
- **Mehr-Elektronen-Atome:** Modell unabhängiger Teilchen, Zentralfeld-Nährung, Abschirmung des Kernpotentials durch die Elektronenhülle, Elektronen als ununterscheidbare Teilchen, antisymmetrische und symmetrische Wellenfunktion, Austausch-Wechselwirkung, Berücksichtigung des Elektronenspins, Ortswellenfunktion, Spinwellenfunktion und Gesamtwellenfunktion, Antisymmetrie der Gesamtwellenfunktion, Elektronen als Fermionen, Niveauschema des He-Atoms, Pauli-Prinzip, Grundzustände der Viel-Elektronen-Atome, periodisches System der Elemente.
- **Molekülfysik:** Chemische Bindung, LCAO-Methode, bindende und anti-bindende Zustände, elektronische Struktur, Born-Oppenheimer-Näherung, Rotations- und Schwingungsübergänge, optische Spektroskopie (qualitativ)

Prüfungsleistung

Mündliche Prüfung

Literatur

Siehe Literatur zu PHYSIK-B1-EP1 und Folgebände.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Experimentalphysik 4 | PHYSIK-B4-EP4 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlagenpraktikum 4 | PHYSIK-B4-EP4-P | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|-----------------|
| 4 | SS | Deutsch | 15 Gruppen je 2 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut, können physikalische Messmethoden einsetzen und sind in der Lage, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen. |
| Inhalte |
| Durchführung, Auswertung und Protokollierung von Experimenten aus dem Bereich der Quantenphänomene sowie Atom- und Festkörperphysik. |
| Prüfungsleistung |
| Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Versuchen, sowie Anfertigung der Versuchsprotokolle (unbenotet). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Walcher: „Praktikum der Physik“ • Eichler, Kronfeld, Sahm: „Das neue Physikalische Grund-praktikum“ • Bergmann-Schäfer: „Experimentalphysik“ |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist die Teilnahme an der Sicherheitsbelehrung. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | | |
|---|----------------------------|-------------------|---------------|
| Modulname | Modulcode | | |
| Experimentalphysik 5 | | | PHYSIK-B5-EP5 |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich | | |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik | | |
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) | | |
| Physik | Ba | | |
| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
| 5 | 15 Wochen | P | 9 |
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen | | |
| | PHYSIK-B3-EP3 | | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---|--------------|-----|---------|---------|
| I | Einführung in die Festkörperphysik | P | 6 | 180 h | 6 |
| II | Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik | P | 3 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 270 h | 9 |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Physik anhand experimenteller Beispiele einzuordnen, physikalische Begriffsbildung, Argumentation und Sprache korrekt zu verwenden und die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischen Kontext nachzuvollziehen. Sie verfügen über fundierte Kenntnisse in den physikalischen Kernfächern Festkörperphysik und Kern- und Elementarteilchenphysik und sind in der Lage, ausgewählte Probleme aus diesen Gebieten auf einem höheren Abstraktionsniveau zu verstehen und zu analysieren. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| mündliche Prüfung über die Inhalte von I und II, deren Note die Modulnote ist. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B5-EP5 und PHYSIK-B5-TH5 geht mit dem Gewicht 18 Cr in die Gesamtnote ein. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Experimentalphysik 5 | PHYSIK-B5-EP5 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Einführung in die Festkörperphysik | PHYSIK-B5-EP5-FKP | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 5 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die physikalischen Begriffe und Konzepte zur Behandlung des Vielteilchensystems „Festkörper“ und können diese in typischen Fällen anwenden. Sie haben verstanden, wie die mikroskopischen Eigenschaften bezüglich der geometrischen Struktur, des Schwingungsverhaltens und der elektronischen Struktur das makroskopische Verhalten des Festkörpers bedingen. Sie kennen die wesentlichen Experimente zu diesem Thema und können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Atomare Struktur von Festkörpern: Festkörper als Kontinuum, kristalline Festkörper, Bravais-Gitter, Millersche Indizes, Kristallfehler, Grundbegriffe: quasikristalline und amorphe Festkörper • Experimentelle Strukturbestimmungen: Direkt abbildende Methoden, reziprokes Gitter, Beugung von Wellen am Kristall, Brillouin-Zonen, Gitter- und Strukturfaktoren, Atomformfaktoren, Röntgendiffraktometrie, Ewald-Kugel, Debye-Waller-Faktor • Chemische Bindungen in Kristallen: Kovalente und Ionen-Kristalle, Metallische Bindung und dichte Kugelpackungen, Atomradien, van-der Waals-Bindung • Gitterschwingungen/Phononen: Harmonische und adiabatische Näherung, Modell der linearen Kette mit ein- und zweiatomiger Basis, Periodische Randbedingungen, Dispersion akustischer und optischer Gitterschwingungen, Phononische Bandstruktur, Quantisierung elastischer Wellen, Impuls der Phononen |

Modulhandbuch Bachelor Physik

- **Thermische Eigenschaften des elastischen Gitters:** Phononische Zustandsdichten, Debye- und Einstein-Modell des Gitteranteils der Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit, Anharmonische Effekte
- **Das Fermigas freier Elektronen:** Sommerfeld-Modell des freien Elektronengases, Temperaturabhängigkeiten der Fermi-Dirac-Verteilung und der Fermi-Energie, Wärmekapazität des Elektronengases, elektrische und thermische Leitfähigkeit, Elektron-Phonon-Wechselwirkung
- **Energiebänder:** Modell des nahezu freien Elektrons im kristallinen Festkörper, Bloch-Theorem, Energielücken, Bandstrukturen, Experimentelle Methoden zur Bestimmung der Bandstruktur
- **Fermiflächen und Metalle:** Konstruktion von Fermiflächen, Freies Elektronengas im Magnetfeld, Ausmessen von Fermiflächen
- **Halbleiterkristalle**
- Totale Bandlücke, Eigenleitung und Störstellenleitung, Löcherkonzept, Ladungsträgerkonzentration bei Eigen- und Störstellenleitung
- **Grundbegriffe der magnetischen Eigenschaften:** Magnetisierbarkeit, Dia-, Para- und Ferromagnetismus, Hysterese, Austauschwechselwirkung
- **Grundbegriffe der dielektrischen und optischen Eigenschaften:** Dielektrische Funktion eines Festkörpers, Brechung und Extinktion, elektronische Abschirmung, Ferroelektrizität

Prüfungsleistung

Mündliche Prüfung gemeinsam mit PHYSIK-B5-EP5-KET.

Literatur

- Ch. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik
- R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik
- N.W. Ashcroft, D.N. Mermin, Festkörperphysik

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Experimentalphysik 5 | PHYSIK-B5-EP5 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik | PHYSIK-B5-EP5-KET | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 5 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die physikalischen Begriffe und die grundlegenden Konzepte der Kernphysik. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente zu diesem Thema und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Historisches, Radioaktivität: natürliche Radioaktivität, α-, β-, γ-Strahlung, K-Einfang, Zerfallsreihen • Globale Eigenschaften von Kernen und Nukleonen: Massen, Größen, Bindungsenergie, Stabilität • Kernmodelle: (Fermigas, Tröpfchenmodell, Schalenmodell) • Hadronen und Quarkmodell: Baryonen, Mesonen, Resonanzen, Quarkfamilien • Teilchen / Antiteilchen • Austauschteilchen: Photonen, Gluonen, W^\pm Bosonen, Z^0 Boson • Starke Wechselwirkung: Confinement, Farbladungen • schwache / elektro-schwache Wechselwirkung: Paritätsverletzung, V-A, Mischungswinkel • Leptonen: e, μ, τ, Neutrinos, Massen, Oszillationen • Streuprozesse: Beschleunigerexperimente, Feynman-Diagramme, Wirkungsquerschnitte (Rutherford, Mott, ...) • Symmetrien und Erhaltungssätze: Leptonenzahl, Baryonenzahl, elektr. Ladung, Isospin, Parität, ... • Standardmodell: fundamentale Teilchen, Wechselwirkungen, Austauschteilchen, Higgs-Boson |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|--|
| Prüfungsleistung |
| Mündliche Prüfung gemeinsam mit PHYSIK-B5-EP5-FKP. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• Povh, Rith, Scholz, Zetsche: Teilchen und Kerne• Henley, Garcia: Subatomic Physics• Demtröder: Experimentalphysik IV• Mayer-Kuckuck: Kernphysik• Machner, Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik• Bleck-Neuhaus: Elementare Teilchen |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | | | | |
|--|--|-------------------|----------------|---------|---------|
| Praktikum für Fortgeschrittene | | PHYSIK-B5-FP | | | |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich | | | | |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik | | | | |
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) | | | | |
| Physik | Ba | | | | |
| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits | | |
| 5 und 6 | 30 Wochen | P | 12 | | |
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen | | | | |
| Keine | | | | | |
| Zugehörige Lehrveranstaltungen: | | | | | |
| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
| I | Seminar zum Fortgeschrittenenpraktikum | P | 2 | 60 | 3 |
| II | Fortgeschrittenenpraktikum | P | 8 ¹ | 240 | 9 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 7 | 300 | 12 |
| Lernergebnisse / Kompetenzen | | | | | |
| Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des wissenschaftlichen Experimentierens vertraut, können moderne naturwissenschaftliche Messmethoden einsetzen und sind in der Lage, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen. Sie haben Techniken zur Planung, Präparation, Durchführung und Dokumentation komplexer wissenschaftlicher Experimente erlernt und können die Ergebnisse einem physikalisch vorgebildeten Publikum präsentieren. Sie sind vertraut mit den fortschrittlichen experimentellen und computergestützten wissenschaftlichen Werkzeugen, die sie für ihre Bachelor-Arbeit benötigen. | | | | | |
| davon Schlüsselqualifikationen | | | | | |
| Die Studierenden können ein Projektvorhaben ausarbeiten und präsentieren. | | | | | |
| Prüfungsleistungen im Modul | | | | | |
| 9 Versuchstage (unbenotet); 1 Vortrag im Seminar | | | | | |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote | | | | | |

¹ 9 Versuchstage á 8h Präsenzzeit

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Praktikum für Fortgeschrittene | PHYSIK-B5-FP | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Seminar zum Fortgeschrittenenpraktikum | PHYSIK-B5-FP-S | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 5 | WS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Se |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben Kommunikations- und Präsentationstechniken erlernt und sind fähig, Thema, Planung, Präparation, Durchführung und Ergebnisse eines komplexen physikalischen Experiments unter Einhaltung von Zeitvorgaben einem physikalisch vorgebildeten Publikum vorzustellen. |
| Inhalte |
| Versuche aus dem angebotenen Kanon des Fortgeschrittenenpraktikums. |
| Prüfungsleistung |
| Eigener Vortrag im Seminar |
| Literatur |
| |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Praktikum für Fortgeschrittene | PHYSIK-B5-FP | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Fortgeschrittenenpraktikum | PHYSIK-B5-FP-P | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 6 | WS + SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 8 | 120 h | 120 h | 240 h | 9 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben vertieftes Verständnis der Grundlagen aus verschiedenen Spezialgebieten der Experimentalphysik unter Erweiterung ihrer praktischen experimentellen Fertigkeiten durch weitgehend selbstständiges Arbeiten an speziellen Versuchsaufbauten. Sie erwerben Erfahrung in der Anwendung moderner Messverfahren und bauen die im Grundlagenpraktikum erworbene Fähigkeit zur Anwendung erworbe-ner physikalischer Kenntnisse zur Gewinnung, Auswertung und Interpretation von Messdaten weiter aus. |
| Inhalte |
| Fortgeschrittene Versuche aus unterschiedlichen Gebieten der Experimentalphysik. Die genauen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang sowie im Internet bekannt gegeben. |
| Prüfungsleistung |
| <p>Das (unbenotete) Testat für einen Versuch wird aufgrund folgender Studienleistungen erteilt</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Thematische Einarbeitung 2. Mündliche Eingangsbefragung (Antestat) 3. erfolgreiche Versuchsdurchführung, 4. Korrekte Darstellung des Versuchsthemas, der Durchführung und der Ergebnisse in Form eines schriftlichen, testierten Berichts. <p>Voraussetzung für die Durchführung des Versuchs ist der Nachweis ausreichender Vorbereitung im Antestat. Es werden insgesamt 9 Versuchstestate gefordert.</p> |
| Literatur |
| Versuchsanleitungen, spezielle Buchartikel und Veröffentlichungen zu den jeweiligen Versuchen (werden in Form eines Semesterapparats zur Verfügung gestellt). |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|---|
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Kompetenzbereich

Methodische Grundlagen

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode |
|--|---------------------------|
| Mathematik für Physiker 1 | PHYSIK-B1-MP1 |
| Modulverantwortliche/ Studiendekan:in der Fakultät für Mathematik | Fachbereich Mathematik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 | 15 Wochen | P | 9 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Keine | Vorkurs Mathematik / Physik |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Mathematik für Physiker 1 | P | 6 | 270 h | 9 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 270 h | 9 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und erwerben damit die Fähigkeit, diese zur Lösung physikalischer Probleme einzusetzen. Sie lernen in den Übungen, das erworbene Wissen exemplarisch zur Lösung mathematischer Aufgabenstellungen anzuwenden und ihre Lösungen in der Diskussion zu verteidigen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Klausur (benotet), Klausurnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B1-MP1 und PHYSIK-B2-MP2 geht mit dem Gewicht 18 Cr in die Gesamtnote ein. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Mathematik für Physiker 1 | PHYSIK-B1-MP1 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Mathematik für Physiker 1 | PHYSIK-B1-MP1-V | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 1 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Mathematik und gewinnen einen Einblick in deren Anwendung in der Physik. Sie wenden in den Übungen das erworbene Wissen exemplarisch auf mathematische Aufgabenstellungen an und lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Reelle und komplexe Zahlen: Folgen und Reihen (geometrische Reihe und Exponential-Reihe), Konvergenz • Differential und Integral-Rechnung in einer Dimension: Funktionen, Stetigkeit und Differenzierbarkeit, elementare Funktionen, Taylor-Reihe, eigentliche und un-eigentliche Integrale, einfache gewöhnliche Differentialgleichungen • Grundlagen der linearen Algebra: Vektoren und Matrizen, lineare Gleichungs-Systeme, lineare Abbildungen und Koordinaten-Transformationen, Basis des Vektorraums, Skalarprodukt, Kreuzprodukt, Determinante |
| Prüfungsleistung |
| Klausur |
| Literatur |
| Wird in der Vorlesung bekannt gegeben |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|---|---------------|
| Modulname | Modulcode |
| Mathematik für Physiker 2 | PHYSIK-B2-MP2 |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Fakultät für Mathematik | Mathematik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 2 | 15 Wochen | P | 9 |

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | Vorkurs Mathematik / Physik |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Mathematik für Physiker 2 | P | 6 | 270 h | 9 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 270 h | 9 |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und erwerben damit die Fähigkeit, diese zur Lösung physikalischer Probleme einzusetzen. Sie lernen in den Übungen, das erworbene Wissen exemplarisch zur Lösung mathematischer Aufgabenstellungen anzuwenden und ihre Lösungen in der Diskussion zu verteidigen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Klausur (benotet), Klausurnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B1-MP1 und PHYSIK-B2-MP2 geht mit dem Gewicht 18 Cr in die Gesamtnote ein. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Mathematik für Physiker 2 | PHYSIK-B2-MP2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Mathematik für Physiker 2 | PHYSIK-B2-MP2-V | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 2 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Mathematik und gewinnen einen Einblick in deren Anwendung in der Physik. Sie wenden in den Übungen das erworbene Wissen exemplarisch auf mathematische Aufgabenstellungen an und lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> Erweiterte Grundlagen der linearen Algebra: Eigenwerte und Eigenvektoren, Matrix-Diagonalisierung, orthogonale, unitäre, symmetrische und selbst-adjungierte Matrizen Differential und Integral-Rechnung im \mathbb{R}^d: partielle Ableitungen und Mehrfachintegrale, Taylor-Reihe im \mathbb{R}^d, Gradient, Rotation, Divergenz und Laplace-Operator, Linien-, Flächen- und Volumen-Integrale, Transformations-Satz (Jacobi), Integral-Sätze (Green, Gauss, Stokes), eindimensionale Variationsrechnung Krummlinige Koordinatentransformationen: Gradient, Rotation, Divergenz und Laplace-Operator in orthogonalen Koordinaten, inverse Abbildung |
| Prüfungsleistung |
| Klausur |
| Literatur |
| Wird in der Vorlesung bekannt gegeben |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|---|---------------|
| Modulname | Modulcode |
| Mathematik für Physiker 3 | PHYSIK-B3-MP3 |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Fakultät für Mathematik | Mathematik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 3 | 15 Wochen | P | 9 |

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | Vorkurs Mathematik / Physik |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Mathematik für Physiker 3 | P | 6 | 270 h | 9 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 270 h | 9 |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und erwerben damit die Fähigkeit, diese zur Lösung physikalischer Probleme einzusetzen. Sie lernen in den Übungen, das erworbene Wissen exemplarisch zur Lösung mathematischer Aufgabenstellungen anzuwenden und ihre Lösungen in der Diskussion zu verteidigen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Klausur (benotet), Klausurnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B3-MP3 und PHYSIK-B4-MP4 geht mit dem Gewicht 18 Cr in die Gesamtnote ein. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Mathematik für Physiker 3 | PHYSIK-B3-MP3 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Mathematik für Physiker 3 | PHYSIK-B3-MP3-V | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 3 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Mathematik und gewinnen einen Einblick in deren Anwendung in der Physik. Sie wenden in den Übungen das erworbene Wissen exemplarisch auf mathematische Aufgabenstellungen an und lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Funktionentheorie: holomorphe Funktionen, Satz von Cauchy, Residuensatz, Laurent-Reihen • Normierter Raum L^p und Hilbert-Raum L_2: Vollständige Orthonormalsysteme (vollständige Funktionen-Systeme), punktweise und gleichmässige Konvergenz, Fourier-Reihe und Fourier-Transformation, Umkehrungs-Satz, Faltungs-Satz • Grundlagen partieller Differentialgleichungen: Separations-Ansätze für partielle Differentialgleichungen, Wellen-Gleichung, Laplace-Gleichung, Wärmeleitungs-Gleichung, Grundlösung, Randwert-Probleme, Spiegel-Ladung • Optional: Kontrahierende Abbildungen und Banachscher Fixpunktsatz, Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen |
| Prüfungsleistung |
| Klausur |
| Literatur |
| Wird in der Vorlesung bekannt gegeben |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|---|---------------|
| Modulname | Modulcode |
| Mathematik für Physiker 4 | PHYSIK-B4-MP4 |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Fakultät für Mathematik | Mathematik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 | 15 Wochen | P | 9 |

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | Vorkurs Mathematik / Physik |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Mathematik für Physiker 4 | P | 6 | 270 h | 9 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 270 h | 9 |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und erwerben damit die Fähigkeit, diese zur Lösung physikalischer Probleme einzusetzen. Sie lernen in den Übungen, das erworbene Wissen exemplarisch zur Lösung mathematischer Aufgabenstellungen anzuwenden und ihre Lösungen in der Diskussion zu verteidigen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Mündliche Prüfung (benotet), Note ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B3-MP3 und PHYSIK-B4-MP4 geht mit dem Gewicht 18 Cr in die Gesamtnote ein. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Mathematik für Physiker 4 | PHYSIK-B4-MP4 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Mathematik für Physiker 4 | PHYSIK-B4-MP4-V | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 4 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Mathematik und gewinnen einen Einblick in deren Anwendung in der Physik. Sie wenden in den Übungen das erworbene Wissen exemplarisch auf mathematische Aufgabenstellungen an und lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterte Grundlagen partieller Differentialgleichungen: Distributionen, Falltung, Grundlösungs-Verfahren, Systeme partieller Differentialgleichungen, beschränkte, kompakte und unbeschränkte (lineare) Operatoren • Spezielle Funktionen und Sturm-Liouville-Probleme: Gamma-Funktion, Kugelfunktionen, Zylinder-Funktionen, etc. |
| Prüfungsleistung |
| Mündliche Prüfung |
| Literatur |
| Wird in der Vorlesung bekannt gegeben |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|---|--------------|
| Modulname | Modulcode |
| Physikalische Vertiefung | PHYSIK-B5-PV |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 5 - 6 | 15 Wochen | WP | 6 |

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungs-typ | SWS | Auf-wand | Credits |
|--|------------------------------------|---------------|-----|----------|---------|
| I | Moderne Messmethoden der Physik | WP | 5 | 120 | 4 |
| II | Repetitorium Experimentelle Physik | W | 5 | 60 | 2 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 5 | 180 | 6 |

oder

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungs-typ | SWS | Auf-wand | Credits |
|--|----------------------------------|---------------|-----|----------|---------|
| III | Computersimulation | WP | 5 | 120 h | 4 |
| IV | Repetitorium Theoretische Physik | W | 2 | 60 h | 2 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 0 | 180 h | 6 |

| |
|--|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Physik weitgehend verstanden und sich darauf aufbauende Methoden angeeignet, die zur experimentellen Untersuchung bzw. zur theoretischen Analyse, Modellierung und Simulation einschlägiger Prozesse geeignet sind. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Prüfungsleistungen im Modul

Die Modulprüfung wird als Vernetzungsprüfung wahlweise in **Experimenteller** oder **Theoretischer** Physik abgelegt. Die Prüfungsnote ist die Modulnote.

- Bei Wahl der Vertiefung in Richtung **Experimentalphysik** ist obligatorisch die Lehrveranstaltung **I** zu belegen und erfolgreich abzuschließen, der Besuch des Tutoriums **II** zur Vorbereitung auf die Modulprüfung ist dagegen optional.
- Bei Wahl der Vertiefung in Richtung **Theoretischer Physik** ist obligatorisch die Lehrveranstaltung **III** zu belegen und erfolgreich abzuschließen, der Besuch des Tutoriums **IV** zur Vorbereitung auf die Modulprüfung ist dagegen optional.

Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Die Modulnote geht mit dem Gewicht **6 Cr** in die Gesamtnote ein.

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Physikalische Vertiefung | PHYSIK-B5-PV | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Moderne Messmethoden der Physik | PHYSIK-B5-PV-MM | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Experimentellen Physik | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 5 | WS | Deutsch | V: 90 / Pr: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 5 | 75 h | 45 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 3 SWS) und Praktikum (Pr: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden gewinnen einen Überblick über die gebräuchlichsten experimentellen Methoden zur Charakterisierung physikalischer Phänomene und können speziell die in den Arbeitsgruppen der Fakultät für Physik benutzten Messverfahren sowie deren Anwendungsfelder korrekt einordnen. |
| Inhalte |
| Optische, magnetische und elektronische Spektroskopie mit Neutronen, Elektronen, Photonen und Atomen auf verschiedenen Energieskalen, Röntgenstrukturaufklärung, Chemische Analyse, Elektronenmikroskopie, Magnetometrie. |
| Prüfungsleistung |
| Studienleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme (unbenoteter Seminarvortrag) |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird zu Beginn der Veranstaltung verbindlich festgelegt. Inhalte der Veranstaltung können in der Vernetzungsprüfung in Experimenteller Physik thematisiert werden. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Physikalische Vertiefung | PHYSIK-B5-PV | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Computersimulation | PHYSIK-B5-PV-CS | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 5 | WS | Deutsch | V: 90 / Pr: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 5 | 75 h | 45 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und ein Computer-Praktikum (3 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden verwenden fortschrittliche Methoden zur Simulation klassischer Vielteilchensysteme. |
| Inhalte |
| Molekulardynamik-Simulationen: Algorithmen, Einstellung von Temperatur und Druck, Korrelationsfunktionen. Monte-Carlo-Simulationen: Zufallszahlengeneratoren, kinetische MC-Simulation, Importance Sampling, Skalierung endlicher Größen, Parallelisierung. |
| Prüfungsleistung |
| Studienleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme am Computerpraktikum (unbenotet) |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • D. P. Landau, K. Binder: A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics • M. P. Allen, D. J. Tildesley: Computer Simulation of Liquids • K. H. Hoffmann, M. Schreiber: Computational Physics • D. Frenkel, B. Smith: Understanding Molecular Simulations • D. C. Rapaport: The Art of Molecular Dynamics • W. H. Press, et al.: Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird zu Beginn der Veranstaltung verbindlich festgelegt. Inhalte der Veranstaltung können in der Vernetzungsprüfung in Theoretischer Physik thematisiert werden. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|---------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Physikalische Vertiefung | PHYSIK-B6-PV | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Repetitorium Experimentelle Physik | PHYSIK-B6-PV-RepExp | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Experimentellen Physik | Physik | W |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 6 | WS | Deutsch | 15 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Tutorium (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Vernetzung des im bisherigen Studium erworbenen Grundlagenwissens und dadurch Gewinnung eines Überblicks über die der modernen Physik zugrunde liegenden Zusammenhänge. |
| Inhalte |
| Rückschau auf die in den Einzelveranstaltungen der Module PHYSIK-B1-EP1–5 behandelten physikalischen Zusammenhänge aus übergeordneter Perspektive. |
| Prüfungsleistung |
| Mündliche Prüfung über die gesamte experimentelle Physik. In der Prüfung können auch Inhalte der Lehrveranstaltung PHYSIK-B5-PV-MM thematisiert werden. |
| Literatur |
| Wird vom jeweiligen Dozierenden bekannt gegeben |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Der Besuch des Repetitoriums als Vorbereitung auf die Vernetzungsprüfung ist freiwillig, die Vernetzungsprüfung selbst als Modulprüfung dagegen obligatorisch. Die Prüfung kann unabhängig vom Repetitorium bei jedem Dozierenden der Experimentellen Physik abgelegt werden. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|----------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Physikalische Vertiefung | PHYSIK-B6-PV | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Repetitorium Theoretische Physik | PHYSIK-B6-PV-RepTheo | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | W |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| 6 | SS | Deutsch oder Englisch | 15 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Tutorium (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Vernetzung des in den Modulen erworbenen Grundlagenwissens und dadurch Gewinnung eines Überblicks über die der modernen Physik zugrunde liegenden Zusammenhänge. |
| Inhalte |
| Rückschau auf die in den Einzelveranstaltungen der Module PHYSIK-B1-TH1–5 behandelten physikalischen Zusammenhänge aus übergeordneter Perspektive. |
| Prüfungsleistung |
| Mündliche Prüfung über die gesamte Theoretische Physik. In der Prüfung können auch Inhalte der Lehrveranstaltung PHYSIK-B5-PV-CS thematisiert werden. |
| Literatur |
| Wird vom jeweiligen Dozierenden bekannt gegeben |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Der Besuch des Repetitoriums als Vorbereitung auf die Vernetzungsprüfung ist freiwillig, die Vernetzungsprüfung selbst als Modulprüfung ist dagegen obligatorisch. Die Prüfung kann unabhängig vom Repetitorium bei jedem Dozierende der Theoretischen Physik abgelegt werden. |

Kompetenzbereich Theoretische Physik

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Theoretische Physik 1 | PHYSIK-B1-TH1 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 | 15 Wochen | P | 8 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Keine | Vorkurs Mathematik / Physik |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--|--------------|-----|---------|---------|
| I | Newton'sche Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie | P | 4 | 120 h | 4 |
| II | Mathematische Methoden der Newtonschen Mechanik | P | 4 | 120 h | 4 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 8 | 240 h | 8 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der klassischen Mechanik und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden. Sie kennen wichtige, in diesem Bereich eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen wie z.B. Zeitmanagement und Lern- bzw. Arbeitsmethoden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B1-TH1 und PHYSIK-B2-TH2 geht mit dem Gewicht 17 Cr in die Gesamtnote ein. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Theoretische Physik 1 | PHYSIK-B1-TH1 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Newtonsche Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie | PHYSIK-B1-TH1-ME | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 1 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die Grundbegriffe der klassischen Mechanik von Massenpunkten und können sie korrekt anwenden und daraus mit analytischen Methoden Schlüsse ziehen. Sie sind in der Lage, einfache Modelle für Phänomene aus diesem Bereich der Mechanik zu entwickeln, mathematisch zu formulieren und analytisch zu lösen und ihre Lösung schriftlich und mündlich zu präsentieren. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Newtonsche Mechanik von Massenpunkten: Eindimensionale Bewegung, kinetische und potentielle Energie, Energieerhaltung, (gedämpfter und getriebener) harmonischer Oszillator. Dimensionsanalyse • Mehrdimensionale Bewegung. Beschleunigte Bezugssysteme (Coriolis- und Zentrifugalkraft) • Bewegung im Zentralfeld, Drehimpuls • Zweikörperproblem, Impulserhaltung, Grundbegriffe der Streutheorie. • Spezielle Relativitätstheorie: Lorentz-Transformation, Raum-Zeit-Diagramme, relativistische Dynamik. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (gemeinsam mit PHYSIK-B1-TH1-MA) |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nolting: Grundkurs Theoretische Physik, Bd.1 |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Aktive und erfolgreiche Teilnahme an Übungen wird vorausgesetzt. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | |
|--|--------------------|-----------------------|
| Theoretische Physik 1 | PHYSIK-B1-TH1 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Mathematische Methoden der Newtonschen Mechanik | PHYSIK-B1-TH1-MA | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 1 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden beherrschen die mathematischen Methoden, die für PHYSIK-B1-TH1-ME benötigt werden. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> Grenzwerte, Stetigkeit, Differentiation und Integration bei einer Veränderlichen. Taylorentwicklung (eine Veränderliche), geometrische Reihe, Exponentialreihe. Gewöhnliche Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung, Trennung der Variablen. Komplexe Zahlen, Funktionen komplexer Zahlen, Euler-Formel. Vektoren, Skalarprodukt, Kreuzprodukt, Spatprodukt, Kronecker- und Levi-Civita-Symbol. Matrizen, Determinanten, Drehungen, Spiegelungen, axiale und polare Vektoren, lineare Gleichungssysteme, Eigenwertprobleme. Raumkurven, Differentiation vektorwertiger Funktionen, Bogenlänge. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (gemeinsam mit PHYSIK-B1-TH1-ME) |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd.1 Lang, Pucker: Mathematische Methoden in der Physik |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Theoretische Physik 2 | PHYSIK-B2-TH2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 2 | 15 Wochen | P | 9 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | PHYSIK-B1-TH1 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--|--------------|-----|---------|---------|
| I | Analytische Mechanik | P | 4 | 120 h | 4 |
| II | Mathematische Methoden der Analytischen Mechanik | P | 4 | 120 h | 4 |
| III | Computerpraktikum zur Mechanik | P | 1 | 30 h | 1 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 270 h | 9 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der analytischen Mechanik und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden. Sie kennen wichtige, in diesem Bereich eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen wie z.B. Zeitmanagement und Lern- bzw Arbeitsmethoden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B1-TH1 und PHYSIK-B2-TH2 mit dem Gewicht 17 Cr in die Gesamtnote ein. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Theoretische Physik 2 | PHYSIK-B2-TH2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Analytische Mechanik | PHYSIK-B2-TH2-ME | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 2 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben die Entwicklung abstrakterer Konzepte der klassischen Mechanik nachvollzogen und können diese korrekt anwenden. Sie kennen die Struktur theoretisch-mathematischer Modelle, sowie die relativen Vorzüge verschiedener Formulierungen der klassischen Mechanik, können deren Konzepte adäquat anwenden und ihre Lösung schriftlich und mündlich präsentieren. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zwangsbedingungen, d'Alembert-Prinzip, Zwangskräfte, Euler-Lagrange-Gleichungen • Hamilton-Prinzip, Variationsrechnung • Zyklische Variablen und Erhaltungsgrößen, Virialtheorem • Starrer Körper, Euler-Winkel, Euler-Gleichung der Kreiselbewegung • N-Körperproblem, kleine Schwingungen (Normalmoden) • Hamiltonsche Mechanik, Phasenraum, kanonische Transformationen • Poissonklammern, Liouville-Theorem • Strömungsmechanik (Euler-Gleichung, Navier-Stokes-Gleichung, Reynoldszahl) • Optional: Grundbegriffe der Chaostheorie & Hamilton-Jacobi-Theorie |
| Prüfungsleistung |
| Klausur |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|---|
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 2• Goldstein, Poole, Safko: Klassische Mechanik• Landau, Lifshitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 1• Kibble: Classical Mechanics |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme an Übungen wird vorausgesetzt. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Theoretische Physik 2 | PHYSIK-B2-TH2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Mathematische Methoden der Analytischen Mechanik | PHYSIK-B2-TH2-MA | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 2 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden beherrschen die mathematischen Methoden, die für PHYSIK-B2-TH2-ME benötigt werden. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Matrix-Diagonalisierung und lineare Stabilitätsanalyse • Differentiation, Integration und Taylorentwicklung bei mehreren Veränderlichen • Parametrisierung von Flächen und Volumina (Kugel- und Zylinderkoordinaten) • Skalar-, Vektor- und Tensorfelder, Nabla-Operator, Gradient, Divergenz, Rotation, Laplace-Operator, exemplarisch auch in Kugel- oder Zylinderkoordinaten • Sätze von Gauss und Stokes |
| Prüfungsleistung |
| Siehe Veranstaltung PHYSIK-B2-TH2-ME. |
| Literatur |
| Wird in der Vorlesung bekannt gegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Theoretische Physik 2 | PHYSIK-B2-TH2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Computerpraktikum zur Mechanik | PHYSIK-B2-TH2-CP | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 2 | SS | Deutsch | 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 1 | 15 h | 15 h | 30 h | 1 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können Rechner zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Mechanik einsetzen. |
| Inhalte |
| Programmieraufgaben aus dem Bereich der Mechanik. (z. B. Bereich der Mechanik. (z.B. numerisches Lösen von Bewegungsgleichungen, Starrkörper-Rotation, Wegintegrale, Normalschwingungen, numerische Wirkungsminimierung, Zwangskräfte, ...)) |
| Prüfungsleistung |
| |
| Literatur |
| Wird im Computerpraktikum bekannt gegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Als Studienleistung wird ein Portfolio festgelegt. Die aktive und erfolgreiche Teilnahme am Computerpraktikum ist verpflichtend. Die Kriterien für eine erfolgreiche Teilnahme werden von der/dem jeweiligen Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung kommuniziert. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Theoretische Physik 3 | PHYSIK-B3-TH3 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 3 | 15 Wochen | P | 10 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | PHYSIK-B2-TH2 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--------------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Elektrodynamik | P | 6 | 270 h | 9 |
| II | Computerpraktikum zur Elektrodynamik | P | 1 | 30 h | 1 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 7 | 300 h | 10 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Elektrodynamik und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden. Sie kennen wichtige, in diesem Bereich eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen wie z.B. Zeitmanagement und Lern- bzw Arbeitsmethoden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B3-TH3 und PHYSIK-B4-TH4 geht mit dem Gewicht 20 Cr in die Gesamtnote ein. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Theoretische Physik 3 | PHYSIK-B3-TH3 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Elektrodynamik | PHYSIK-B3-TH3-ED | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 3 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen den Ursprung und die Dynamik elektromagnetischer Felder. Sie können analytische Methoden der Elektrodynamik anwenden, physikalische Aufgabenstellungen aus diesem Bereich lösen und ihre Lösung schriftlich und mündlich präsentieren. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> Maxwellgleichungen, Lorentzkraft, Skalar- und Vektorpotential, Poisson- und Laplace-Gleichung, Eichinvarianz, CPT-Invarianz, Ladungserhaltung, Elektro- und Magnetostatik, Biot-Savart-Gesetz, Multipol-Entwicklung, Spiegel-Ladungen, Feldlinien und Symmetrien, elektromagnetische Wellen und Strahlung, Elektrodynamik in Materie, Energie- und Impulsdichte des elektromagnetischen Feldes, Poynting-Theorem Relativistische Formulierung der Elektrodynamik: Vierervektoren, Feldstärketensor Mathematische Methoden: Randwertprobleme, Greensche Theoreme; Funktionentheorie: Holomorphe Funktionen, Residuensatz, analytische Fortsetzung; Distributionen: Deltafunktion, Greensche Funktion; Fouriertransformation |
| Prüfungsleistung |
| Klausur |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> Jackson: Klassische Elektrodynamik; Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 3 und 4 Griffiths: Elektrodynamik |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen sowie am Computerpraktikum (PHYSIK-B3-TH3-CP). Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | |
|---|--------------------|--------------------------|
| Theoretische Physik 3 | PHYSIK-B3-TH3 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Computerpraktikum zur Elektrodynamik | PHYSIK-B3-TH3-CP | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 3 | WS | Deutsch | 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 1 | 15 h | 15 h | 30 h | 1 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können Rechner zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Elektrodynamik einsetzen. Sie besitzen Grundkenntnisse in MATHEMATICA oder ähnlichen Computeralgebra-Systemen. |
| Inhalte |
| Programmieraufgaben aus dem Bereich der Elektrodynamik (z.B. Felder und Potentiale diskreter und kontinuierlicher Ladungs- bzw. Stromverteilungen, Bildladungen, Plattenkondensator, Dipolstrahlung, Wellenleiter, Teilchenbahnen in Feldern, Veranschaulichung von Zusammenhängen der Vektoranalysis, Kugelflächenfunktionen, ...) |
| Prüfungsleistung |
| |
| Literatur |
| Wird im Computerpraktikum bekanntgegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Als Studienleistung wird ein Portfolio festgelegt. Die aktive und erfolgreiche Teilnahme am Computerpraktikum ist verpflichtend. Die Kriterien für eine erfolgreiche Teilnahme werden von der/dem jeweiligen Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung kommuniziert. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Theoretische Physik 4 | PHYSIK-B4-TH4 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 4 | 15 Wochen | P | 10 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | PHYSIK-B3-TH3 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Workload | Credits |
|--|---------------------------------------|--------------|-----|----------|---------|
| I | Quantenmechanik | P | 6 | 270 h | 9 |
| II | Computerpraktikum zur Quantenmechanik | P | 1 | 30 h | 1 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 7 | 300 h | 10 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Quantenmechanik und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden. Sie kennen wichtige, in diesem Bereich eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen wie z.B. Zeitmanagement und Lern- bzw Arbeitsmethoden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Klausur oder mündliche Prüfung in I, Prüfungsnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B3-TH3 und PHYSIK-B4-TH4 geht mit dem Gewicht 20 Cr in die Gesamtnote ein. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Theoretische Physik 4 | PHYSIK-B4-TH4 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Quantenmechanik | PHYSIK-B4-TH4-QM | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 4 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen den konzeptionellen Unterschied zwischen klassischer Mechanik und Quantenmechanik. Sie können mit analytischen Methoden grundlegende quantenmechanische Probleme lösen und ihre Lösungen schriftlich und mündlich präsentieren. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> Postulate der Quantenmechanik: Schrödinger-Gleichung, Zustände & Observablen (Messwerte, Eigenfunktionen, diskretes und kontinuierliches Spektrum); Vertauschungsregeln, Unschärferelation. Zeitentwicklung und Ehrenfest-Theorem (unitäre Operatoren, Schrödinger-, Heisenberg- und Wechselwirkungs-Bild, Energie-Zeit-Unschärfe); Symmetrien und Erhaltungsgrößen (Energie, Impuls, Drehimpuls). Eindimensionale Beispiele (Stufe, Barriere, Kasten). Algebra des harmonischen Oszillators. Dreidimensionale Schrödinger-Gleichung. Darstellungswechsel, Dirac-Notation, Dichte-Matrix. Algebra des Drehimpulses (Bahn-drehimpuls, Spin, Gesamtdrehimpuls), Addition von Drehimpulsen. Wasserstoff-Problem. Zeitunabhängige und zeitabhängige Störungstheorie. Streutheorie (Potentialstreuung) in Born-Näherung. Ritzsches Variationsverfahren, WKB-Methode. Ununterscheidbare Teilchen (Bosonen und Fermionen) Mathematische Methoden: Wahrscheinlichkeitstheorie; Hilbertraum-Theorie: Funktionenraum L^2, vollständige Orthonormalsysteme, unitäre und selbst-adjugierte Operatoren, Kommutatoren, Schwarzsche Ungleichung, Eigenwerte und Eigenvektoren selbstadjungierter Operatoren, Projektionsoperatoren, Spektral-darstellung Optional: Grundzüge der Gruppentheorie |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|--|
| Prüfungsleistung |
| Klausur oder mündliche Prüfung (Prüfungsform wird vom Dozierenden zu Beginn der Vorlesung festgelegt) |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• Schwabl: Quantenmechanik• Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 5• Schiff: Quantum Mechanics• Cohen-Tannoudji, Diu, Laloé: Quantenmechanik, Bd. 1 und 2 |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme an Übungen wird vorausgesetzt. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Theoretische Physik 4 | PHYSIK-B4-TH4 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Computerpraktikum zur Quantenmechanik | PHYSIK-B4-TH4-CP | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 4 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 1 | 15 h | 15 h | 30 h | 1 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können mittels MATHEMATICA (o.ä. ComputeralgebraSystemen) Rechner zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Quantenmechanik einsetzen. |
| Inhalte |
| Programmieraufgaben aus dem Bereich der Quantenmechanik (z.B. Superposition, Wellenpakete, Potentialöpfe und -stufen, harmonischer Oszillator, Glauber-Zustände, H-Atom, Spin, numerische Lösungsverfahren, Kugelflächenfunktionen, ...) |
| Prüfungsleistung |
| Siehe Veranstaltung PHYSIK-B4-TH4-QM. |
| Literatur |
| Wird im Computerpraktikum bekanntgegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Als Studienleistung wird ein Portfolio festgelegt. Die aktive und erfolgreiche Teilnahme am Computerpraktikum ist verpflichtend. Die Kriterien für eine erfolgreiche Teilnahme werden von der/dem jeweiligen Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung kommuniziert. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|---|---------------|
| Modulname | Modulcode |
| Theoretische Physik 5 | PHYSIK-B5-TH5 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 5 | 15 Wochen | P | 9 |

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | PHYSIK-B4-TH4 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--|--------------|-----|---------|---------|
| I | Statistische Physik und Thermodynamik (Ein Computerpraktikum findet im Rahmen der Vorlesung "Computersimulation" statt) | P | 6 | 270 h | 9 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 270 h | 9 |

| |
|--|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Statistischen Physik und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden. Sie kennen wichtige, in diesem Bereich eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen wie z.B. Zeitmanagement und Lern- bzw Arbeitsmethoden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Mündliche Prüfung oder Klausur |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die bessere der Noten für die Module PHYSIK-B5-TH5 und PHYSIK-B5-EP5 geht mit dem Gewicht 18 Cr in die Gesamtnote ein. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Theoretische Physik 5 | PHYSIK-B5-TH5 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Statistische Physik und Thermodynamik | PHYSIK-B5-TH4-SP | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------|
| 5 | WS | Deutsch oder Englisch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die statistische Begründung der Thermodynamik, sie können den Status von Wahrscheinlichkeit in Quantenmechanik und Statistik unterscheiden, sie sind in der Lage, analytische Methoden der Statistischen Physik anzuwenden. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wahrscheinlichkeitstheorie, Zentraler Grenzwertsatz. Dichteoperator, Gleichgewichtsensembles und Thermodynamische Potentiale • Entropie, Hauptsätze, Kreisprozesse, thermodynamische Relationen, Gleichverteilungssatz, Fluktuationen • Ideale Gase (klassisch, Bose- und Fermigas), Reale Gase (van-der-Waals-Gl., Virialentwicklung), Phasenübergänge (Clausius-Clapeyron-Gl., mehrkomponentige Systeme) • Irreversible Prozesse und Relaxation ins Gleichgewicht • Optional: Molekularfeldtheorie kritischer Phänomene |
| Prüfungsleistung |
| Mündliche Prüfung oder Klausur. Prüfungsform wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Schwabl: Statistische Mechanik • Brenig: Statistische Theorie der Wärme • Fließbach: Statistische Physik |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Aktive und erfolgreiche Teilnahme an Übungen wird vorausgesetzt. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Kompetenzbereich Ergänzung

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | | | | | | |
|---|---|----------------------------|---------------------|----------|---------|--|--|
| Schlüsselqualifikationen - E1 | | | PHYSIK-B1-E11 | | | | |
| Modulverantwortliche/r | | | Fachbereich | | | | |
| Studiendekan der Physik | | | Physik | | | | |
| Zuordnung zum Studiengang | | | Modulniveau (Ba/Ma) | | | | |
| Physik | | | Ba | | | | |
| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits | | | | |
| 1 | 30 Wochen | P | 4 | | | | |
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | | Empfohlene Voraussetzungen | | | | | |
| Keine | | | | | | | |
| Zugehörige Lehrveranstaltungen ¹⁾ : | | | | | | | |
| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Workload | Credits | | |
| I | Grundlagen der Programmierung | P | 2 | 90 h | 2 | | |
| II | Veranstaltungen des IwiS | WP | 2 | 90 h | 3 | | |
| III | Seminar Projektplanung und Präsentation | P | 2 | 90 h | 4 | | |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 4+ | 210+ h | 6+ | | |
| Lernergebnisse / Kompetenzen | | | | | | | |
| Die Studierenden erwerben überfachliche Kompetenzen im Umgang mit dem Computer als Voraussetzung für den Einsatz rechnergestützter Verfahren zur Lösung physikalischer Probleme sowie in weiteren Bereichen ihrer Wahl (z.B. Erlernen der englischen Fachsprache etc). Sie sind mit entsprechenden Lernstrategien vertraut, sich in die Thematik eines Projekts zur Lösung einer begrenzten wissenschaftlichen Aufgabenstellung einzuarbeiten und dabei das im Bachelorstudium erworbene Wissen eigenverantwortlich zu ergänzen und zu vertiefen. | | | | | | | |
| davon Schlüsselqualifikationen | | | | | | | |
| Programmiertechniken, Lern- und Arbeitstechniken, Präsentationstechniken, Projektmanagement | | | | | | | |
| Prüfungsleistungen im Modul | | | | | | | |
| Studienleistungen (unbenotet) in I und III | | | | | | | |
| Prüfungsleistungen (benotet oder unbenotet) lt. IwiS in II | | | | | | | |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote | | | | | | | |
| Geht nicht in die Gesamtnote ein. | | | | | | | |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Schlüsselqualifikationen – E1 | PHYSIK- | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen der Programmierung | PHYSIK- | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 | SS | Deutsch | 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Übung im Computerlabor |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können einfache Computerprogramme in C entwickeln und erwerben damit die Voraussetzungen, rechnergestützte Verfahren zur Lösung physikalischer Probleme einzusetzen. |
| Inhalte |
| Numerik-orientierter Programmierkurs in der Programmiersprache C. |
| Prüfungsleistung |
| |
| Literatur |
| Wird in der Übung angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Kriterien für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Schlüsselqualifikationen – E1 | PHYSIK-BX-E1 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Veranstaltungen aus dem Angebot des IWIS | PHYSIK-BX-E1-IWIS | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des IWIS ²⁾ | IWIS ¹⁾ | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 1 - 6 | WS oder SS | Englisch | 25 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Üb |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben überfachliche Kompetenzen auf einem Gebiet ihrer Wahl. Sie belegen hierzu eine Lehrveranstaltung aus dem Angebot des Instituts für Optionale Studien (IWIS). Dies kann z.B. ein Sprachkurs zum Erlernen der englischen Fachsprache sein, es kann jedoch eine beliebige Veranstaltung aus dem Bereich E1 gewählt werden. |
| Inhalte |
| Siehe Lehrangebot IWIS. |
| Prüfungsleistung |
| Prüfungsmodalitäten gemäß IWIS |
| Literatur |
| Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

² Institut für wissenschaftliche Studien

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Schlüsselqualifikationen – E1 | ENERGY-BX-E1 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Projektplanung und Präsentation | ENERGY-BX-E1-PP | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 1 - 6 | SS | Englisch | 90 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 90 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Seminar |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind befähigt, ein Projekt zur Lösung einer begrenzten wissenschaftlichen Aufgabenstellung (Bachelorarbeit) selbstständig zu planen und das Ergebnis im mündlichen Vortrag zu präsentieren. Sie sind in der Lage, sich in die Thematik des Projekts einzuarbeiten und dabei das im Bachelorstudium erworbene Wissen eigenverantwortlich zu ergänzen und zu vertiefen. |
| Inhalte |
| Jeder Studierende hält einen wissenschaftlichen Vortrag über Thema, Planung, Vorbereitung und Durchführung der Bachelorarbeit. Das Thema sowie die zur Vorbereitung empfohlene Lektüre werden vorher in Absprache mit dem Betreuer der Arbeit festgelegt. Die Studierenden erarbeiten ihr Thema unabhängig und führen, wenn notwendig, eigenverantwortlich weitergehende Recherchen aus. Zusammen mit dem Betreuer wird das Material für die Präsentation ausgewählt, verarbeitet und vorgetragen. |
| Prüfungsleistung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme und eine eigene Präsentation (unbenotet). |
| Literatur |
| Wird individuell zugeteilt. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|---|--------------|
| Modulname | Modulcode |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Chemie | PHYSIK-BX-E2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Chemie | Chemie |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 - 6 | 30 Wochen | WP | 6 - 11 |

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--|--------------|-----|---------|---------|
| I | Einführung in die Chemie (Allgemeine Chemie) | WP | 6 | 150 h | 5 |
| II | Praktikum Allgemeine Chemie | WP | 5 | 110 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht)³ | | | 11 | 260 h | 8 |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben überblicksmäßige Kenntnisse und Fertigkeiten auf dem Gebiet der Chemie. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| |

| |
|--|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Klausur zu I, Klausurnote ist die Modulnote; Studienleistung in II |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Geht nicht in die Gesamtnote ein |

³ Beide Lehrveranstaltungen (I und II) müssen belegt werden.

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Allgemeine Chemie | PHYSIK-BX-E2-Chem | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Chemie | Chemie | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 60 h | 150 h | 5 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 4 SWS), Praktikum (Pr: 3 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden lernen einfache Konzepte der Chemie kennen und können Stoffeigenschaften und chemische Vorgänge auf molekularer Ebene erklären. Die in der Vorlesung behandelten Themen werden in Übungsgruppen anhand von vorgegebenen Übungsaufgaben angewendet und vertieft. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung von stofflichen Zuständen • Methoden der Stofftrennung • Chemische Elemente • Stoffmengenbegriff und Stöchiometrie • Atomaufbau, Atomeigenschaften, Periodensystem der Elemente • Prototypen der chemischen Bindung und Modelle zu deren Beschreibung • Grundlagen der Kinetik chemischer Reaktionen • Grundlagen der Thermodynamik chemischer Reaktionen • Säure-Base-Reaktionen (Protonentransfer-Gleichgewichte) • Redox-Reaktionen (Elektronentransfer-Gleichgewichte) • Grundlagen und Anwendungen der Elektrochemie • Exemplarische Behandlung chemischer Reaktivitäten: Erarbeitung von Reaktivitätstrends vor dem Hintergrund des Periodensystems |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Wasserstoffverbindungen: Bindungsvielfalt und Reaktivitätsmuster• Halogene, Prototypen von Nichtmetallen: typische Reaktivitäten ausgewählter Halogenverbindungen• Ausgewählte Alkali- und Erdalkalimetalle: wichtige Verbindungen und Verbindungseigenschaften• Gruppe 14: der Übergang von Nichtmetallen zu Metallen; u. a. kurze Einführung in wichtige organische Stoffklassen und Polymere |
| Prüfungsleistung |
| Klausur |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• Charles E. Mortimer, Ulrich Müller, Chemie - Das Basiswissen der Chemie, 8. Aufl., Thieme, Stuttgart, 2003; UB: 35 UNP 1437• Thieme E. Riedel, Anorganische Chemie, 9. Auflage, 2015, De Gruyter• Michael Binnewies / Manfred Jäckel / Helge Willner: Allgemeine und Anorganische Chemie (Spektrum Akademischer Verlag, München 2004) ISBN 3-8274-0208-5 |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Praktikum Allgemeine Chemie | PHYSIK-BX-E2-PrChem | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierenden der Chemie | Chemie | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 5 | 75 h | 35 h | 110 h | 3 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Experimentelles Praktikum |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Kenntnis der Funktion und korrekte Handhabung einfacher Laborgeräte einschließlich des sach-gemäßen Aufbaus von Standardlaborglasapparaturen, sicheres Arbeiten im chemischen Labor, Umgang mit Laborabfällen, Verhalten bei Gefahren im Labor, Dokumentieren von Versuchen im Laborjournal. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> Chemische Grundoperationen: Wägen, Volumenmessung, Stofftrennung (Filtern, Kristallisieren, Sublimieren, Destillieren) Qualitative Bestimmung von Stoffeigenschaften, z.B. Löslichkeit, Hydrolyseverhalten, Pufferwirkung, Verhalten von Metallen gegenüber Wasser, Säuren und Basen Analytische Grundoperationen zur Stoffidentifizierung: Gravimetrie, Komplexometrie, volumetrische Säure-Base- und Redox-Bestimmungen Synthesen |
| Prüfungsleistung |
| Klausur |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> Praktikumsskript mit Versuchsanleitungen Gerhart Jander, Ewald Blasius, Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie, 14. Aufl., S. Hirzel, Stuttgart, 1995; UB: 35 UNP 120 |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|---|--------------|
| Modulname | Modulcode |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik | PHYSIK-BX-E2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Informatik | Informatik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|-------------------|-------------------|---------|
| 1 - 6 | 15 oder 30 Wochen | WP | 6 - 11 |

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungs-typ | SWS | Auf-wand | Credits |
|--|---|---------------|-----|----------|---------|
| I | Grundlegende Programmietechniken | WP | 3 | 120 h | 4 |
| II | Fortgeschrittene Programmietechniken | WP | 3 | 120 h | 4 |
| III | Rechnernetze- und Kommunikationssysteme | WP | 3 | 120 h | 4 |
| IV | Software-Technik | WP | 6 | 240 h | 8 |
| V | Datenstrukturen und Algorithmen | WP | 6 | 240 h | 8 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht)⁴ | | | 6 | 240 h | 8 |

| |
|--|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben überblicksmäßige Kenntnisse und Fertigkeiten in den Grundlagen der Informatik. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| |

| |
|--|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Kumulativ aus den Studien-/Prüfungsleistungen in den einzelnen Lehrveranstaltungen |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Geht nicht in Gesamtnote ein. |

⁴ Es sind Lehrveranstaltungen im Gesamtumfang von 6-11 ECTS-Credits zu belegen

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlegende Programmietechniken | PHYSIK-BX-E2-GProg | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Informatik | Informatik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden lernen die Konzepte einer modernen, objektorientierten Programmiersprache kennen und anwenden. Sie können dem Problem angemessene Datenstrukturen und Programmkonstrukte wählen, beurteilen und verwenden. Ausgehend von den elementaren Sprachkonstrukten sind die Studierenden in der Lage, kleinere Problemstellungen in einen Algorithmus zu überführen und in Java zu implementieren. Hierbei lernen sie, den Standards und Konventionen entsprechenden, verständlichen und gut dokumentierten Quellcode zu erzeugen. |
| Inhalte |
| Anhand der Programmiersprache Java werden grundlegende Programmietechniken in einer objektorientierten, modernen Sprache besprochen. Inhalte im Einzelnen: - Einführung und grundlegende Struktur von Programmen - Lexikalische Elemente, Datentypen und Variablen, Ausdrücke und Anweisungen - Objektorientierte Programmierung: Klassen, Methoden, Vererbung, Interfaces, Abstrakte Klassen - Standard und Utilityklassen - Generische Datentypen – Anwendung von Standardtypen - Ausnahmebehandlung - Ein- und Ausgabe mittels Streams - Graphische Oberflächen (Einführung) - Einführung - Ereignisbehandlung - Anwendung der JSDK Utility Programme (Javadoc etc.). |
| Prüfungsleistung |
| Testat (praktische Aufgabe) sowie Teil der Gesamt-Klausurarbeit über das Modul "Programmietechnik" am Ende des 2. Semesters. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|---|
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• Judith Bishop: Java lernen. 2. Auflage, Pearson Studium• Guido Krüger: Handbuch der Java-Programmierung. 4. Auflage. Addison-Wesley, 2004• Christian Ullnboom: Java ist auch eine Insel. 5. Auflage, Galileo Computing, 2005• Sun JSRDK und zugehörige Tutorials |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Fortgeschrittene Programmietechniken | PHYSIK-BX-E2-FProg | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Informatik | Informatik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|-------------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h Cr | 4 |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden vertiefen die in der Veranstaltung des ersten Semesters erlernten Konzepte und wenden sie auf komplexere Fragestellungen an. Hierbei sollen sie die in der Veranstaltung "Modellierung" erlernten Techniken, wie z.B. UML an konkreten Fragestellungen einsetzen. Sie verstehen weiterführende Sprachelemente und APIs, die sie in die Lage versetzen, größere Anwendungen, z.B. im Netzwerk- und Datenbankbereich erfolgreich zu implementieren.. |
| Inhalte |
| Aufbauend auf die grundlegenden Programmietechniken aus der Veranstaltung des 1. Semesters werden weiterführende Sprachelemente und komplexere APIs besprochen und anhand von komplexeren Fragestellungen angewendet. Hierbei kommen Modellierungstechniken, wie z.B. UML zum Einsatz. Inhalte im Einzelnen: - Nebenläufige Programmierung mittels Threads - Objektserialisierung - Erweiterte graphische Benutzeroberflächen, Entwurfsmuster, Model-View-Controller Prinzip - Generische Datentypen (Definition und Konzeption) - Datenbankanbindung mittels JDBC - Einführung in die Netzwerkprogrammierung - Verteilte Programmierung mittels Remote Method Invocation (RMI) - Applets und Servlets.. |
| Prüfungsleistung |
| Testat (praktische Aufgabe) sowie Teil der Gesamt-Klausurarbeit über das Modul "Programmietechnik" am Ende des 2. Semesters |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|---|
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• Judith Bishop: Java lernen. 2. Auflage, Pearson Studium• Guido Krüger: Handbuch der Java-Programmierung. 4. Auflage. Addison-Wesley, 2004• Christian Ullnboom: Java ist auch eine Insel. 5. Auflage, Galileo Computing, 2005• Sun JSRDK und zugehörige Tutorials |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Rechnernetze und Kommunikationssysteme | PHYSIK-BX-E2-RKomm | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Informatik | Informatik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|-------------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h Cr | 4 |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden begreifen Rechnerkommunikation anhand von Schichtenmodellen, sie ordnen physikalische und logische Komponenten, wie z. B. Adressen, sowie Dienste den Schichten zu, kennen wichtige Zugangsstandards und Protokollfamilien und ihre Bedeutung für den Datenaustausch. Sie identifizieren verschiedene Kommunikationsformen in den betrachteten Architekturen, die bereitgestellten Dienste und verstehen ihr Zusammenspiel zur Gewährleistung eines Informationsflusses im Rahmen von Qualitätszusicherungen. |
| Inhalte |
| Die Veranstaltung behandelt Hardwaregrundlagen für Rechnernetze, Technologien zur Paketübertragung, Schichtenmodell und Protokolle, Netzwerkanwendungen. Inhalt im Einzelnen: - Hardwaregrundlagen für Rechnernetze (Übertragungsmedien, Übertragungskomponenten, Topologien) - Technologien zur Paketübertragung (Zugriffsstandards, Ethernet, 10Base2, 10Base5, 10BaseT, 100BaseTX/FX, Gigabit-Ethernet, FDDI, ATM, Wireless-LAN, DSL-Techniken) - Schichtenmodell und Protokolle (Protokollfamilie TCP/IP, wichtigste Dienstprotokolle, IPv6, IPsec etc.) - Netzwerkanwendungen (Client/Server Interaktion, Sockets, Dienste im Internet wie DNS, FTP, WWW etc.). |
| Prüfungsleistung |
| Mündliche Prüfung im Rahmen des Moduls "Rechnernetze und Sicherheit" |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tanenbaum: Computernetzwerke, 3. Auflage, Pearson Studium 2000 • J. Kurose, K. Ross: Computernetze, Pearson Studium 2002 |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|---|
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Softwaretechnik | PHYSIK-BX-E2-STech | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Informatik | Informatik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|-------------|---------|
| 6 | 90 h | 150 h | 240 h Cr | 8 |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (4 SWS) und Praktikum (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können den Unterschied zwischen Softwareentwicklung und Programmierung erklären und verschiedene Vorgehensmodelle und Phasen der Softwareentwicklung erläutern. Sie sind in der Lage, Prinzipien der Objektorientierung zu benennen und zu erklären und können objektorientierte Software systematisch nach einem gegebenen Prozess entwickeln. Weiterhin können sie unterschiedliche Software-Qualitätssicherungstechniken erklären und sind in der Lage, Software systematisch zu testen. |
| Inhalte |
| Die Veranstaltung vermittelt verschiedene Vorgehensmodelle und die Phasen der Software-Entwicklung, die Prinzipien der Objektorientierung bei Programmierung und Software-Entwicklung, systematisches Testen von Software, sowie Qualitätssicherungstechniken. In einem begleitenden Praktikum werden die vorgestellten Konzepte beispielhaft angewendet. Inhalte im Einzelnen: - Motivation: Unterschied zwischen Programmierung im Kleinen und Softwareentwicklung im Großen, Erfolgsfaktoren für Softwareprojekte - Software-Prozessmodelle - Analysephase (Terminologie, insbes. Anforderungen versus Spezifikationen, Ableitung von Spezifikationen aus Anforderungen und Domänenwissen, Zerlegung komplexer Probleme in einfache Unterprobleme, Problem Frames als Muster für einfache Softwareentwicklungsprobleme) - Prinzipien der Objektorientierung - Objektorientierter Softwareentwicklungsprozess (Fusion) unter Verwendung von UML (Modelle und Notationen für die Analyse, Modelle und Notationen für den Entwurf, Umsetzung des Entwurfs in eine objektorientierte Implementierung) - Architektur- und Entwurfs-muster - Testen - Weitere Techniken zur Qualitätssicherung, darunter Metriken, Inspektionen. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|--|
| Prüfungsleistung |
| Schriftliche Klausur oder mündliche Prüfung |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• H. Balzert: Lehrbuch der Softwaretechnik, 2 Bände, Spektrum-Verlag.• Sommerville: Software Engineering, Addison-Wesley. - S. L. Pfleeger: Software Engineering, Prentice-Hall, 2001.• M. Jackson: Problem Frames. Analyzing and structuring software development problems, Addison-Wesley, 2001.• M. Jeckle, et al.: UML 2 glasklar.• D. Coleman, et al.: Object-Oriented Development (The Fusion Method), Prentice-Hall, 1994.• E. Gamma, et al.: Design Patterns, Addison Wesley, 1995.• P. Liggesmayer: Software-Qualität, Spektrum, 2002 |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|---|--------------|
| Modulname | Modulcode |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik | PHYSIK-BX-E2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Mathematik | Mathematik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 - 6 | 30 Wochen | WP | 6 - 11 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--------------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Analysis III | WP | 6 | 270 h | 9 |
| II | Numerische Mathematik I : Grundlagen | WP | 6 | 270 h | 9 |
| III | Optimierung I | WP | 6 | 270 h | 9 |
| IV | Kryptographie | WP | 6 | 270 h | 9 |
| V | Funktionentheorie | WP | 6 | 270 h | 9 |
| VI | Gewöhnliche Differentialgleichungen | WP | 6 | 270 h | 9 |
| VII | Differentialgeometrie I | WP | 6 | 270 h | 9 |
| VIII | Funktionalanalysis I | WP | 6 | 270 h | 9 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 270 h | 9 |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben überblicksmäßige Kenntnisse im Fach Mathematik, welche über die im Physikstudium ohnehin vermittelten Inhalte hinaus gehen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Geht nicht ein |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Analysis III | PHYSIK-BX-E2-AN | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS oder SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Wesentliche Ziele dieser Vorlesung sind neben der Vektoranalysis die gesamte Lebesgue'sche Integrationstheorie und die hiermit zusammenhängenden fundamentalen Theoreme. Dies liefert das Fundament für sämtliche weiterführende Vorlesungen im Bereich der mathematischen Analysis, wie z.B. Partielle Differentialgleichungen, Variationsrechnung, Optimierung, Differentialgeometrie, Stochastik, Numerik, Funktionalanalysis. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Vektoranalysis im R³: Sätze von Gauß, Green, Stokes; • Lebesgue'sche Integrationstheorie im Rⁿ: Konstruktion des Lebesgue-Maßes, messbare Funktionen, • Maßkonvergenz: Sätze von Lebesgue, Riesz; • Satz von Lusin, Lebesgue-Integral, Konvergenzsätze zum Lebesgue-Integral: Fatou, Lebesgue, B. Levi; • Prinzip von Cavalieri, Satz von Fubini; • L^p-Räume, Satz von Riesz-Fischer; • Mannigfaltigkeiten und Differentialformen; allgemeiner Stokes'scher Satz; • Gewöhnliche Differentialgleichungen |
| Prüfungsleistung |
| Klausur |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Literatur

- Barner, Flohr: Analysis II. de Gruyter 1991
- Hildebrandt: Analysis II, III. Springer 2003
- Fleming: Functions of several variables.
- Addison-Wesley 1965

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Die Lehrenden können die Zulassung zur Klausur von der aktiven Teilnahme am Übungsbetrieb abhängig machen.

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Numerische Mathematik I: Grundlagen | PHYSIK-BX-E2-NM | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS oder SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| <ul style="list-style-type: none"> • Aktives Erlernen der Begriffsbildungen der Numerischen Mathematik und der numerischen Lösung mathematischer Problemstellungen • Umfassendes Verständnis der numerischen Verfahren und Erlernen der Fähigkeit, diese der Problemstellung entsprechend einsetzen zu können • Eigenständige Präsentation und Vertretung der Lösungsvorschläge in einer Diskussion • Behandlung mathematischer Probleme mit numerischen Methoden und deren algorithmische Umsetzung |
| Inhalte |
| (Die angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch; alle Punkte beziehen sich auf die zugehörigen numerischen Verfahren und die theoretischen Grundlagen, soweit letztere noch nicht in den Grundvorlesungen des ersten Jahres behandelt worden sind.): <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Gleichungssysteme • Nichtlineare Gleichungen und Gleichungssysteme • Ausgleichsprobleme • Eigenwertaufgaben • Interpolation • Iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme • Integration |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Desweiteren sollen Fragen der Kondition und numerischen Stabilität erörtert werden. Die Übungen zur Vorlesung Numerische Mathematik I finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft. Die Übungen können auch eine praktische Komponente enthalten, bei der numerische Verfahren am Rechner entwickelt und getestet werden. Die dazu nötigen Kenntnisse im Umgang mit einer Programmierumgebung (z.B. Matlab) werden gegebenenfalls in den Übungen vermittelt.

Prüfungsleistung

Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung. Die Modalitäten der Prüfung werden zu Beginn der Veranstaltungen von der/dem Lehrenden festgelegt und bekanntgegeben.

Literatur

- Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I und II. Berlin: Springer 2002
- M. Hanke-Bourgeois: Grundlagen der Numerischen Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens. Wiesbaden: Teubner 2002

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Die Lehrenden können die Zulassung zur Klausur von der aktiven Teilnahme am Übungsbetrieb abhängig machen.

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Optimierung I | PHYSIK-BX-E2-OP | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS oder SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Teilnehmer erwerben die grundlegenden Kenntnisse zur Theorie und Algorithmik der linearen Optimierung. Dabei erlernen sie auch Modellierungstechniken und lernen Ansätze zur softwaretechnischen Realisierung kennen. Diese Kenntnisse versetzen die Teilnehmer in die Lage, eine insbesondere in ökonomischen Anwendungen wichtige Klasse von praktischen Problemen zu modellieren und zu lösen. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Theorie linearer Ungleichungssysteme • Geometrie der Polyeder • Simplexmethode und ihre Varianten <p>sowie zwei der folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Netzwerkoptimierung • Innere-Punkte-Verfahren der linearen Optimierung • Karush-Kuhn-Tucker Bedingungen |
| Prüfungsleistung |
| Mündliche oder schriftliche Prüfung. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Bertsimas, Tsitsiklis: Introduction to Linear Optimization. Athena Scientific 1997 • Dantzig, Thapa: Linear Programming 1/2. Springer 1997/2003 • Padberg: Linear Optimization and Extensions. Springer 1999 • Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. Wiley 1998 • Gritzmann: Grundlagen der Mathematischen Optimierung, Springer 2013 <p>Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.</p> |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|---|
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Kryptographie | PHYSIK-BX-E2-KY | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS oder SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Teilnehmer sollen die algebraischen Methoden erlernen, die die Grundlagen der modernen Kryptographie bilden. Dazu sollen sie praktische Probleme der Datensicherheit kennen lernen. Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare und weiterführende Vorlesungen aus der Kryptographie und der Codierungstheorie. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Durchdringen anspruchsvoller Beweise • Erlernen des Wechselspiels zwischen theoretischen und praktischen Lösungen • Anwenden der Theorie auf abstrakte und konkrete Probleme in den Übungen • Mündliche und schriftliche Präsentation der eigenen Ansätze und Lösungen |
| Inhalte |
| Grundlagen der Diskreten Mathematik in Hinblick auf die Kryptographie, insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch): 1. Klassische Kryptographie. 2. Ansätze zur Kryptanalyse. 3. Shannonsche Theorie. 4. Secret-Key-Kryptographie. 5. Public-Key-Kryptographie. 6. Kryptographische Hashfunktionen. 7. Digitale Unterschriften. |
| Die Übungen zur Kryptographie I finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft. |
| Prüfungsleistung |
| Mündliche oder schriftliche Prüfung. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Literatur

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Funktionentheorie | PHYSIK-BX-E2-FT | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS oder SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die aufgeführten Lehrinhalte sollen beherrscht und in den begleitenden Übungen selbstständig vertieft werden. Das Modul kann als Grundlage dienen für weiterführende Seminare und Vorlesungen zur Funktionentheorie. In Verbindung mit anderen Modulen aus der Analysis oder der Algebra sollen die Studierenden Einblick in das Zusammenwirken verschiedener mathematischer Theorien gewinnen. |
| Inhalte |
| Grundlagen der Funktionentheorie, insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch): <ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Differenzierbarkeit; • Einführung in die Theorie der holomorphen Funktionen; • Cauchyscher Integralsatz; • Konforme Abbildungen; • Cauchy-Formeln und Potenzreihen; • Singularitäten und Laurent-Reihen; • Analytische Fortsetzung; • Der Residuenkalkül.optional: • Spezielle Funktionen (Gammafunktion, Riemannsche Zetafunktion, Weierstraßsche p-Funktion) • Möbius-Transformationen; • Normale Familien, der Riemannsche Abbildungssatz. |
| Prüfungsleistung |
| Mündliche Prüfung oder Klausur. Die Lehrenden geben die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen bekannt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Literatur

- W. Fischer, I. Lieb: Funktionentheorie. Vieweg Verlag
- J. B. Conway: Functions of one complex variable. Springer Verlag

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Gewöhnliche Differentialgleichungen | PHYSIK-BX-E2-GD | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS oder SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Teilnehmer sollen elementare Differentialgleichungen lösen können, Grundkenntnisse über die theoretische Behandlung von Differentialgleichungen erlangen und auf Probleme aus der Praxis anwenden können. Die Teilnehmer erwerben Kompetenzen, die für anschließende Seminare und weiterführende Vorlesungen z. B. über Stabilitätstheorie und Asymptotik gewöhnlicher Differentialgleichungen oder über dynamische Systeme erforderlich sind. |
| Inhalte |
| Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Theorie der Gewöhnlichen Differentialgleichungen (bzw. Differentialgleichungssysteme) im Reellen. Dabei geht es um das Studium des lokalen als auch globalen Verhaltens der Lösungen. Es werden folgende Themenbereiche behandelt: |
| <ul style="list-style-type: none"> • Explizite Integrationsmethoden • Existenz- und Eindeutigkeitssätze • Globale Lösungen • Lineare Differentialgleichungen und -gleichungssysteme • Stetige und differenzierbare Abhängigkeit von den Daten • Differentialungleichungen und Verwandtes |
| Die zugehörigen Übungen finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft. |
| Prüfungsleistung |
| Mündliche Prüfung oder Klausur. Die Lehrenden geben die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen bekannt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|--|
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. 7. Aufl. Berlin: Springer 2000 Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Differentialgeometrie I | PHYSIK-BX-E2-DF | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS oder SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden lernen die Krümmungsgrößen geometrischer Objekte (Kurven und Flächen) und deren tieferliegende Eigenschaften (Theorema egregium) kennen. Im Satz von Gauß-Bonnet gewinnen die Studierenden Einblick in das Zusammenwirken verschiedener mathematischer Disziplinen (wie Analysis-Geometrie-Topologie). Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare aus der Differentialgeometrie, der partiellen Differentialgleichungen und der algebraischen Geometrie. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Lokale Kurventheorie im R^n oder R^3 • Hauptsatz der Kurventheorie • Lokale Flächentheorie im R^3 • Hauptsatz der Flächentheorie • Theorema Egregium • Geodätische Linien <p>optional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Satz von Gauß-Bonnet • Exponentialabbildung • Satz von Hopf-Rinow • Jacobi-Felder • Anfänge der Riemannschen Geometrie <p>Optional können die aufgelisteten Konzepte auch von Anfang an im Kontext der Riemannschen Geometrie diskutiert werden.</p> |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|---|
| Prüfungsleistung |
| Mündliche Prüfung oder Klausur. Die Lehrenden geben die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen bekannt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• do Carmo: Diff. Geom. of curves and Surfaces. Prentice Hall 1976• W. Kühnel: Differentialgeometrie. Vieweg 1999• W. Klingenberg: Eine Vorlesung über Differentialgeometrie. Springer 1973• do Carmo: Riemannian Geometry. Springer 1992 <p>Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.</p> |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Vorleistung: Lösen von Übungsaufgaben. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Funktionalanalysis I | PHYSIK-BX-E2-FA | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Mathematik | Mathematik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS oder SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 180 h | 270 h | 9 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| <ul style="list-style-type: none"> • Erlernen und Anwenden der funktionalanalytischen Grundbegriffe • Die aufgeführten Lehrinhalte sollen beherrscht und in den begleitenden Übungen selbstständig vertieft werden. • Das Modul kann als Vorbereitung dienen für anschließende Seminare aus der Funktionalanalysis oder für weiterführende Vorlesungen aus den Gebieten der Differentialgleichungen, der Numerik, der Optimierung und der Stochastik. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> • Topologische Vektorräume, insbesondere Banachräume; lineare Operatoren und Funktionale • Grundprinzipien der Funktionalanalysis und Anwendungen: Satz von Baire, Satz von Banach-Steinhaus, Satz von der offenen Abbildung, Satz vom abgeschlossenen Graphen • Die Sätze von Hahn-Banach, Trennung konvexer Mengen • Dualitätstheorie, insbes. schwache Konvergenz und Reflexivität • Differenzierbarkeit von Funktionen mit Werten in Banachräumen • Kompakte Operatoren und deren Spektrum, Fredholmsche Alternative • Hilberträume: Satz von Riesz-Fréchet, Satz von Lax-Milgram <p>Die Übungen zur Funktionalanalysis finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesung wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.</p> |
| Prüfungsleistung |
| Mündliche Prüfung oder Klausur. Die Lehrenden geben die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen bekannt. |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|--|
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• D. Werner, Funktionalanalysis, Springer <p>Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.</p> |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|--|---------------------------|
| Modulname | Modulcode |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Wirtschaftswissenschaften | PHYSIK-BX-E2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften | Wirtschaftswissenschaften |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 - 6 | 30 Wochen | WP | 6 - 11 |

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---|--------------|-----|---------|---------|
| I | Einführung in die Wirtschaftswissenschaften 1 | WP | 6 | 270 h | 9 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 270 h | 9 |

| |
|--|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben überblicksmäßige Kenntnisse im Bereich der Wirtschaftswissenschaften |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| . |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Siehe Lehrveranstaltung |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Geht nicht ein |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|---|-------------------------|
| Modulname | Modulcode |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik | PHYSIK-BX-E2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Elektrotechnik | Ingenieurwissenschaften |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 - 6 | 30 Wochen | WP | 6 - 11 |

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Elektronische Bauelemente | WP | 3 | 110 h | 4 |
| II | Grundlagen elektronischer Schaltungen | WP | 3 | 110 h | 4 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 220h | 8 |

| |
|--|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erwerben überblicksmäßige Kenntnisse im Bereich Elektronik. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| . |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Geht nicht ein |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|--|-----------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Elektronische Bauelemente | PHYSIK-BX-E2-EIB | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Elektrotechnik und Informationstechnik | Elektrotechnik und Informationstechnik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 5 | WS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 5 | 45 h | 65 h | 110 h | 4 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden Konzepte elektronischer Bauelemente zu verstehen und die Abhängigkeiten von technologischen Größen abschätzen zu können. |
| Inhalte |
| Ausgehend von der MOS-Grundstruktur werden zunächst MOS-Kondensatoren, Ladungsgekoppelte Bauelemente (CCD) sowie MOS-Feldeffekttransistoren behandelt. Ebenso werden die Grundlagen von MESFET, JFET und Heterostruktur-FET (HFET), hergestellt auf III/V-Halbleiterschichten, erarbeitet, sowie die DC-Kennlinien dieser Bauelemente hergeleitet. Bipolare Bauelemente, pn-Dioden, npn- bzw. pnp-Transistoren, und spezielle Bauteile wie Tunnel- und Zenerdioden werden behandelt. Aus dem Großsignalverhalten werden die verschiedenen Kleinsignalersatzschaltbilder der unipolaren- sowie bipolaren Bauelemente hergeleitet. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • F.J.Tegude, Festkörperelektronik, Skript zur Vorlesung, Universität Duisburg - Essen, 2004 • K.-H. Rumpf, K.Pulvers, Elektronische Halbleiterbauelemente – Vom Transistor zur VLSI-Schaltung, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, ISBN 3-7785-1345-1, 1987 |

Modulhandbuch Bachelor Physik

- K.Bystron, J.Borgmeyer, Grundlagen der Technischen Elektronik, Carl Hanser Verlag, München Wien, Studienbücher, ISBN 3-446-15869-3, 1990
- R.S. Muller, T.I.Kamins, Device Electronics for Integrated Circuits, John Wiley & Sons, 1986, ISBN 0-471-88758-7
- H.Tholl, Bauelemente der Halbleiterelektronik, B.G.Teubner, Stuttgart, 1978, II, Teil 2, ISBN 3-519-06419-7
- M.Shur, GaAs Devices and Circuits, Plenum Press, Microdevices: Physics and Fabrication Technologies, New York 1987, ISBN 0-306-42192-5

Weitere Informationen zur Veranstaltung

<http://www.hlt.uni-duisburg-essen.de/>

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|--|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen elektronischer Schaltungen | PHYSIK-BX-E2- GES | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Elektrotechnik und Informationstechnik | Elektrotechnik und Informationstechnik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 3-5 | SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 65 h | 110 h | 4 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die Grundlagen der elektronischen Schaltungen und können sie anwenden. |
| Inhalte |
| <p>I. Grundlagen der Schaltungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analysemethoden für elektronische Schaltungen: Netzwerktransformation, nützliche Theoreme • Arbeitspunkteinstellung und Kleinsignalbetrieb: Begriff des Arbeitspunktes, Linearisierung, Arbeitspunkt, Kleinsignalanalyse <p>II. Verstärker und Rückkopplung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • elementare Grundschaltungen für Verstärker: Verstärkerstufen, Differenzverstärker, Impedanzwandler, Stromquellen, Stromspiegel, Phasenaddierstufen, Ausgangsstufen • Rückkopplung und Stabilität: Mitkopplung und Gegenkopplung, Ringverstärkung und Betriebsverstärkung, Bodediagramm, Nyquist-Kriterium, Phasen- und Amplitudenrand • Operationsverstärker: Idealer Operationsverstärker, realer Operationsverstärker, praktische Beispiele, Kenndaten • Frequenzgangkompensation: Dominante Pole, Lead-Lag-Kompensation, Pol-Nullstellen-Kompensation |

Modulhandbuch Bachelor Physik

- lineare Signalverarbeitung mit Operationsverstärkern: invertierender und nicht-invertierender Verstärker, Addierer, Subtrahierer, Integrator, Differenzierer, Strom- und Spannungsquellen
- nichtlineare Schaltungen mit Operationsverstärkern: Komparatoren, Schmitt-Trigger, Gleichrichter, Begrenzer, Logarithmierer, Multiplizierer
- Oszillatoren und Kippschaltungen: Multivibratoren, Sinusgeneratoren, Funktionsgeneratoren

III. Grundlagen der digitalen Schaltungstechnik:

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

Prüfungsleistung

Klausur

Literatur

- U. Tietze und Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin, Springer-Verlag, 12. Auflage, 2002
- B. Morgenstern: Elektronik I: Bauelemente, Elektronik II: Schaltungen, Elektronik III: Digitale Schaltungen und Systeme, Braunschweig, Vieweg-Verlag, 1997
- J. Bermeyer: Grundlagen der Digitaltechnik, Carl-Hauser-Verlag, 2001.
- P.E. Allen und D.R. Holberg: CMOS Analog circuit design, Oxford University Press, 2. Auflage, 2002.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

<http://www.uni-duisburg.de/FB9/MES/>

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|--|-------------------------|
| Modulname | Modulcode |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung | PHYSIK-BX-E2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan:in der Elektrotechnik | Ingenieurwissenschaften |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 - 6 | 30 Wochen | WP | 6 - 11 |

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|-------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Nanocharakterisierung 1 | WP | 3 | 120 h | 4 |
| II | Nanocharakterisierung 2 | WP | 3 | 120 h | 4 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 240 h | 8 |

| |
|--|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind sensibilisiert für die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an nanoanalytische Messverfahren gestellt werden. Sie beherrschen die wesentlichen Wechselwirkungen der eingesetzten Sonden (Elektronen, Photonen, Messspitzen) mit Nanostrukturen und Bauelementen. Sie können entscheiden, welche Analysemethode passend für die jeweilige Fragestellung und Spezifikation an die Messung geeignet ist. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Geht nicht ein |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | |
|--|---|--------------------------|
| Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Nanocharakterisierung 1 | PHYSIK-BX-E2-NChar1 | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Elektrotechnik und Informations-technik | Elektrotechnik und Informations-technik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | WS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die wesentlichen Wechselwirkungen der eingesetzten Sonden (Elektronen, Messspitzen) mit den Nanostrukturen/Bauelementen und können daraus den Einsatz der vorgestellten nanoanalytischen Messverfahren ableiten. Sie sind sensibilisiert für die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an diese nanoanalytischen Messverfahren gestellt werden. Sie können aus der Art der Analyse (z.B. Topographie, Kristallstruktur, chemische Zusammensetzung) und der Spezifikation an die Messung (z.B. Ortsauflösung, geforderte Empfindlichkeit, untersuchtes Materialspektrum) entscheiden, welches Verfahren optimal geeignet ist. |
| Inhalte |
| Die Entwicklung von Nanostrukturen mit neuartigen funktionellen Eigenschaften verlangt Analysemethoden mit Ortsauflösung bis in den nm-Bereich. Im ersten Teil der Vorlesung werden Verfahren vorgestellt, die auf der Wechselwirkung von Elektronensonden mit den zu untersuchenden Nanostrukturen und Bauelementen basiert. Der zweite Teil behandelt als Beispiele für mechanische Sonden die Raster-Tunnel- und die Raster-Kraft-Mikroskopie. |
| Die Vorlesung ist folgendermaßen gegliedert: |
| <ul style="list-style-type: none"> • Elektronenmikroskope: Aufbau und Funktion, Wechselwirkungsprodukte • Analyse von Topographie, Struktur und Zusammensetzung über Rasterelektronenmikroskopie (Sekundärelektronen, Rückgestreute Elektronen), Rastertransmissionselektronenmikroskopie (Hellfeld, Dunkelfeld, Z-Kontrast) |

Modulhandbuch Bachelor Physik

- Chemische Analyse von Oberflächen und Nanostrukturen im Elektronenmikroskop (Auger-Spektroskopie, EELS, Elektronenstrahlmikroanalyse)
- Charakterisierung von Kristallgittern und Oberflächen (RHEED, LEED, CBED)
- Analyse optischer Eigenschaften mit Kathodolumineszenz
- Rasterkraft- und Rastertunnelmikroskope: Aufbau, Funktion, Messtechniken
- Rastersondentechnik in der Analyse nanostrukturierter Bauelemente zur Bestimmung von Strömen, Spannungen, Kennlinien, elektronischen Eigenschaften

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

Prüfungsleistung

Klausur

Literatur

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

Weitere Informationen zur Veranstaltung

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

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---|--|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung | PHYSIK-BX-E2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Nanocharakterisierung 2 | PHYSIK-BX-E2-NChar2 | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Elektrotechnik und Informationstechnik | Elektrotechnik und Informationstechnik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 - 6 | | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Den Studierenden sind die grundlegenden Wechselwirkungen von Photonen mit Materie sowie wesentliche optische Eigenschaften von Halbleitern/Nanostrukturen vertraut. Sie können entscheiden, welche Verfahren zur Analyse spezifischer struktureller und optischer Eigenschaften der Nanostrukturen geeignet sind. Sie kennen die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an diese nanoanalytischen Messverfahren gestellt werden. |
| Inhalte |
| Die Entwicklung von Nanostrukturen mit neuartigen funktionellen Eigenschaften verlangt Analysemethoden mit Ortsauflösung bis in den nm-Bereich. Die Vorlesung knüpft an die Vorlesung „Nanoanalytik I“ an und behandelt Charakterisierungsverfahren, die auf der Wechselwirkung von Photonen mit der Materie beruhen. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Strukturelle Analyse von Nanostrukturen (Röntgenbeugung) • Topographieanalyse mit Scanning Optical Microscopy • Chemische Analyse von Nanostrukturen und Oberflächen (XPS, RFA) • Optische Eigenschaften von Nanostrukturen/Halbleitern und ihre Analyse mit optischer (Laser-)Spektroskopie/SNOM • Optische Analyse von Nanostrukturen/Quantenobjekten mit zeitlich/räumlich hochauflösten spektroskopischen Verfahren <p>Dabei werden insbesondere auch die Leistungsfähigkeit, die physikalischen Grenzen und die Anwendungen der einzelnen Methoden auf aktuelle F&E-Fragestellungen diskutiert.</p> |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| |
|--|
| Prüfungsleistung |
| Klausur |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none">• M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994• Bauer/Richter (eds.): Optical Characterization of Epitaxial Semiconductor Layers, Springer Verlag Berlin, 1996• W. Demtröder: Laserspektroskopie, Springer Verlag Berlin, 2004• Skript zur Vorlesung |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| http://www.uni-due.de/wet/ |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | |
|--|--------------|
| Modulname | Modulcode |
| Studium Liberale - E3 | PHYSIK-BX-E3 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Dozierenden Universität Duisburg-Essen | IWIS |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Physik | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 - 4 | | WP | 9 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | Ba |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Bele-gungs-typ | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--|----------------|----------|----------|---------|
| I | Lehrveranstaltungen aus dem Lehrangebot der Universität Duisburg-Essen | WP | variiert | variiert | 6 - 11 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | | | 6 - 11 |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Erweiterung der Allgemeinbildung |
| Die Studierenden erweitern ihre Sichtweise und schärfen ihr intellektuelles Profil. |
| davon Schlüsselqualifikationen |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Wird zu Beginn des jeweiligen Kurses bekannt gegeben. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Geht nicht ein. |

Bachelor-Arbeit

Modulhandbuch Bachelor Physik

| Modulname | Modulcode | | | | |
|---|----------------------------|-------------------|---------|---------|---------|
| Bachelor-Arbeit | PHYSIK-B6-BT | | | | |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich | | | | |
| Studiendekan:in der Fakultät für Physik | Physik | | | | |
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) | | | | |
| Physik | Ba | | | | |
| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits | | |
| 6 | 12 Wochen | P | 12 | | |
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen | | | | |
| Mindestens 140 Credits im Bachelorstudiengang Physik (§ 21 Abs. 2 PO) | | | | | |
| Zugehörige Lehrveranstaltungen: | | | | | |
| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
| I | Bachelor-Arbeit | P | - | 360 | 12 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | - | 360 | 12 |
| Lernergebnisse / Kompetenzen | | | | | |
| Die Studierenden sind dazu befähigt, eine geeignete wissenschaftliche Aufgabenstellung unter zeitlichen Vorgaben zu lösen und ihre Ergebnisse in schriftlicher Form zu präsentieren. Sie können das im Studium erworbene Wissen eigenverantwortlich ergänzen und vertiefen. Dabei können sie auch neue Tendenzen auf ihrem Fachgebiet erkennen und deren Methodik - ggfs. nach weiterer Qualifikation - in ihre weitere Arbeit einbeziehen. | | | | | |
| davon Schlüsselqualifikationen | | | | | |
| Projektmanagement, Zeitmanagement, Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Regeln guter wissenschaftlicher Praxis | | | | | |
| Prüfungsleistungen im Modul | | | | | |
| Bachelor-Arbeit, vom Betreuer und einem zweiten Prüfer bewertet. | | | | | |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote | | | | | |
| Die Note der Bachelor-Arbeit geht mit dem Gewicht 12 Cr in die Gesamtnote ein. | | | | | |

Modulhandbuch Bachelor Physik

| | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Bachelor-Arbeit | PHYSIK-B6-BT | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Bachelor-Arbeit | PHYSIK-B6-BT | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| 6 | SS und WS | Deutsch oder Englisch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| | | | 360 h | 12 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Die Bachelor-Arbeit ist eine Prüfung, bei der der/dem Studierenden persönlich von ihrem/seinem Betreuer eine Fragestellung zugewiesenen wird. Innerhalb von 12 Wochen ist dieses Problem mit wissenschaftlichen Methoden selbstständig zu lösen und schriftlich darzustellen. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierendensind in der Lage, eine begrenzte physikalische Problemstellung mit wissenschaftlichen Methoden (unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis) zu bearbeiten. Sie sind fähig, ein Projekt zu planen und unter Zeitvorgaben durchzuführen und dessen Ergebnisse in schriftlicher Form zusammen zu fassen. Sie können die wesentlichen Ergebnisse in geeigneter Form präsentieren und in einer wissenschaftlichen Diskussion verteidigen. |
| Inhalte |
| Das Thema der Arbeit wird individuell vergeben. |
| Prüfungsleistung |
| Bachelor-Arbeit, vom Betreuer und einem zweiten Prüfer bewertet. |
| Literatur |
| Wird individuell zugeteilt. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Physik

Legende

Modulcode

Studiengang-Abschlusstyp Semester-Modulabkürz.

Veranstaltungscode

Studiengang-Abschlusstyp Semester-Modulabkürz.-Veranstaltungsabkürz.

Modulniveau (Ba/Ma)

Ba Bachelor
Ma Master
Bachelor plus¹⁾

Modultyp

Belegungstyp

P Pflicht
WP Wahlpflicht
W Wahl

Angebotshäufigkeit

WS Wintersemester
SS Sommersemester

SWS

Semesterwochenstunden

Aufwand

h Stunden
Cr Credits (ECTS²⁾-Credits (§ 5 PO³⁾))

Lehrform

V Vorlesung
Üb Übung
Pr Praktikum
Pj Projekt
Se Seminar
K Kolloquium
Ex Exkursion
SU Seminaristischer Unterricht
TU Tutorium

Präsenzstudium

Bei der Berechnung der Präsenzzeit wird eine SWS mit 45 Minuten als eine Zeitstunde mit 60 Minuten gewertet. Dies stellt sicher, dass ein Raumwechsel und evtl. Fragen an Lehrende Berücksichtigung finden.

1) Vierjähriger Bachelor-Studiengang: Niveau des letzten Jahres vergleichbar mit dem Niveau des ersten Jahres eines zweijährigen Master-Studiengang

2) European Credit Transfer and Accumulation System

3) Prüfungsordnung