

# **Modulhandbuch**

**Nebenfach Physik im Bachelor Philosophie**

**Philologisch-Historische Fakultät**

**Sommersemester 2020**

---

# Übersicht nach Modulgruppen

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

PHM-0001: Physik I (Mechanik, Thermodynamik) (8 ECTS/LP, Pflicht).....	3
PHM-0003: Physik II (Elektrodynamik, Optik) (8 ECTS/LP, Pflicht) * .....	5
PHM-0011: Physikalisches Anfängerpraktikum (9 Versuche) (6 ECTS/LP, Pflicht) * .....	8
PHM-0005: Physik III (Atom- und Molekülphysik) (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	10
PHM-0006: Physik IV (Festkörperphysik) (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	12
PHM-0007: Physik V (Kern- und Teilchenphysik) (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	15

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

PHM-0015: Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1) (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	17
PHM-0016: Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2) (10 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	20
PHM-0126: Einführung in die theoretische Elektrodynamik (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	24
PHM-0128: Einführung in die theoretische Thermodynamik (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	26

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

PHM-0033: Mathematische Konzepte I (8 ECTS/LP, Pflicht).....	28
PHM-0034: Mathematische Konzepte II (8 ECTS/LP, Pflicht) * .....	31

<b>Modul PHM-0001: Physik I (Mechanik, Thermodynamik)</b> <i>Physics I (Mechanics, Thermodynamics)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Achim Wixforth		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik von Massenpunkten und Systeme von Massenpunkten</li> <li>• Mechanik und Dynamik ausgedehnter starrer Körper</li> <li>• Relativistische Mechanik</li> <li>• Mechanische Schwingungen und Wellen</li> <li>• Mechanik und Dynamik von Gasen und Flüssigkeiten</li> <li>• Wärmelehre</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierende wissen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der klassischen Mechanik, von Schwingungen und Wellen in mechanischen Systemen und der Thermodynamik (Wärmelehre und statistische Deutung),</li> <li>• besitzen Fertigkeiten in einfacher Modellbildung, der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und</li> <li>• besitzen Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen aus den genannten Themenbereichen. Sie sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: analytisch-methodische Kompetenz, wissenschaftliches Denken, Abwägen von Lösungsansätzen, Training des logischen Denkens, Teamfähigkeit, Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit (englischsprachiger) Fachliteratur</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physik I (Mechanik, Thermodynamik)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- Alonso-Finn: Fundamental University Physics I, III
- Demtröder: Experimentalphysik
- Halliday, Resnick & Walker: Physik
- Tipler & Mosca: Physik
- Meschede: Gerthsen Physik

**Modulteil: Übung zu Physik I**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Physik I (Mechanik, Thermodynamik)**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten

<b>Modul PHM-0003: Physik II (Elektrodynamik, Optik)</b> <i>Physics II (Electrodynamics, Optics)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Achim Wixforth		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elektrizitätslehre</li> <li>2. Magnetismus</li> <li>3. Elektrodynamik, Maxwell-Gleichungen</li> <li>4. Elektromagnetische Wellen</li> <li>5. Optik</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der Elektrostatik und des Magnetismus; des weiteren die Grundbegriffe der Elektrodynamik sowie der elektromagnetischen Wellen und – daraus abgeleitet – der Optik,</li> <li>• besitzen Fertigkeiten in der mathematischen Beschreibung elektromagnetischer Phänomene, Modellbildung, der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und</li> <li>• besitzen Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen. Sie sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: analytisch-methodische Kompetenz, wissenschaftliches Denken, Abwägen von Lösungsansätzen, Training des logischen Denkens, Teamfähigkeit, Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit (englischsprachiger) Fachliteratur</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Inhalte des Moduls Physik I		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physik II (Elektrodynamik, Optik)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

1. Elektrizitätslehre
  - Elektrische Wechselwirkung
  - Elektrische Leitung
2. Magnetismus
  - Magnetische Kraftwirkung auf bewegte Ladungen
  - Das Magnetfeld bewegter elektrischer Ladungen
  - Magnetische Wechselwirkung zwischen bewegten Ladungen
  - Materie im statischen elektrischen und magnetischen Feld
3. Elektrodynamik, Maxwell-Gleichungen
  - Elektromagnetische Induktion: Faraday-Henry-Satz
  - Ampere-Maxwell-Satz
  - Maxwell-Gleichungen
4. Elektromagnetische Wellen
  - Grundlagen
  - Das Huygens'sche Prinzip
  - Reflexion und Brechung
  - Beugung und Interferenz
  - Überlagerung mehrerer ebener Wellen
  - Beugung am Gitter
  - Wellenausbreitung in dispersiven Medien
  - EM Wellen im Vakuum
  - EM Wellen in homogenen, isotropen, neutralen Medien
  - Reflexion und Brechung ebener harmonischer EM Wellen
  - Entstehung und Erzeugung von EM Wellen
5. Optik
  - Spiegelung und Brechung
  - Abbildungseigenschaften und Abbildungsfehler
  - Optische Instrumente
  - Interferenz, Beugung und Holographie

**Literatur:**

- Alonso-Finn: Fundamental University Physics II
- Demtröder: Experimentalphysik
- Halliday, Resnick & Walker: Physik
- Tipler & Mosca: Physik
- Meschede: Gerthsen Physik

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Physik II (Elektrodynamik, Optik) (Vorlesung)**

**Modulteil: Übung zu Physik II**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Physik II (Elektrodynamik, Optik)**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten

<b>Modul PHM-0011: Physikalisches Anfängerpraktikum (9 Versuche)</b>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS12/13) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Siegfried Horn Dr. Matthias Klemm		
<b>Inhalte:</b> Laborversuche aus den Bereichen Mechanik, Wärmelehre, Optik und Elektrizitätslehre		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die theoretischen experimentellen Grundlagen der klassischen Physik, insbesondere in den Bereichen Mechanik, Wärmelehre, Elektrodynamik und Optik, und haben Grundkenntnisse der physikalischen Messtechnik.</li> <li>• Sie sind in der Lage, sich mittels Literaturstudium in eine physikalische Fragestellung einzuarbeiten, ein vorgegebenes Experiment aufzubauen und durchzuführen, sowie die Ergebnisse dieser experimentellen Fragestellung mathematisch und physikalisch zu beschreiben,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, ein experimentelles Ergebnis unter Einbeziehung einer realistischen Fehlerabschätzung und durch Vergleich mit Literaturdaten zu bewerten und einzuordnen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Das Praktikum muss innerhalb von einem Semester abgeschlossen werden. Jeder Student / Jede Studentin muss <b>9 Versuche</b> durchführen. Zu jedem Versuch ist innerhalb von 2 Wochen ein Protokoll zu erstellen, in dem die physikalischen Grundlagen des Versuchs, der Versuchsaufbau, der Versuchsverlauf sowie die Ergebnisse und ihre Interpretation dokumentiert sind.  Die schriftliche Ausarbeitung eines Versuchs wird zu zwei Dritteln, die Durchführung vor Ort zu einem Drittel gewertet. Die Abschlussnote wird aus dem Mittelwert aller 9 Versuche errechnet. Weitere Informationen, insbesondere zur rechtzeitigen Anmeldung:  <a href="http://www.physik.uni-augsburg.de/exp2/lehre/">http://www.physik.uni-augsburg.de/exp2/lehre/</a>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Praktikum (Präsenzstudium) 120 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Praktikum baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1. und 2. Fachsemesters – insbesondere Physik I und II – auf.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> 9 mindestens mit „ausreichend“ bewertete Versuchsprotokolle
<b>Angebotshäufigkeit:</b> Beginn jedes WS	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physikalisches Anfängerpraktikum (9 Versuche)</b> <b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		



**Inhalte:**

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

**Literatur:**

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

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Physikalisches Anfängerpraktikum (9 Versuche) (Praktikum)**

Der Start des Praktikums wird hier noch bekanntgegeben. Im Rahmen der aktuellen Virus-Problematik kann das Physikalische Anfängerpraktikum eventuell rein digital abgehalten werden.

<b>Modul PHM-0005: Physik III (Atom- und Molekülphysik)</b> <i>Physics III (Physics of Atoms and Molecules)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS10/11) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christine Kuntscher		
<b>Inhalte:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entwicklung der Atomvorstellung</li> <li>2. Entwicklung der Quantenphysik</li> <li>3. Grundlagen der Quantenmechanik</li> <li>4. Moderne Atomphysik</li> <li>5. Das Wasserstoffatom</li> <li>6. Atome mit mehreren Elektronen, das Periodensystem</li> <li>7. Elektromagnetische Strahlung, Auswahlregeln</li> <li>8. Laser</li> <li>9. Molekülphysik</li> <li>10. Aktuelle Probleme der Atomphysik, Bose-Einstein Kondensation</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Aufbau der Atome; sie verstehen den unterschiedlichen Charakter der klassischen Physik und der Quantenphysik, sind mit dem grundlegenden Verhalten der Atome und Moleküle vertraut,</li> <li>• haben Fertigkeiten im Behandeln einfacher Probleme der Atom- und Molekülphysik erworben, haben die Fähigkeit, die Grundlagen der Kernphysik, der Hochenergiephysik und der Physik der kondensierten Materie zu erlernen,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu verstehen und zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
Gesamt: 240 Std.		
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b>		
Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1. und 2. Fachsemesters – insbesondere Physik I und II – auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physik III (Atom- und Molekülphysik)</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b>		
siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

1. Entwicklung der Atomvorstellung
2. Entwicklung der Quantenphysik
3. Grundlagen der Quantenmechanik
4. Moderne Atomphysik
  - Verschränkte Zustände
  - Quantenkryptographie
  - Qubits
5. Das Wasserstoffatom
6. Atome mit mehreren Elektronen, das Periodensystem
7. Elektromagnetische Strahlung, Auswahlregeln
8. Laser
9. Molekülphysik
  - Chemische Bindung
  - Hybridisierung
  - Molekülspektren
10. Aktuelle Probleme der Atomphysik, Bose-Einstein Kondensation

**Literatur:**

- W. Demtröder, Experimentalphysik III: Atome, Moleküle und Festkörper (Springer)
- T. Mayer-Kuckuk, Atomphysik. Eine Einführung (Teubner)

**Modulteil: Übung zu Physik III**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Physik III (Atom- und Molekülphysik)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

<b>Modul PHM-0006: Physik IV (Festkörperphysik)</b> <i>Physics IV (Solid State Physics)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. István Kézsmárki		
<b>Inhalte:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ordnungsprinzipien</li> <li>2. Klassifizierung von Festkörpern</li> <li>3. Struktur der Kristalle</li> <li>4. Beugung von Wellen an Kristallen</li> <li>5. Dynamik von Kristallgittern</li> <li>6. Anharmonische Effekte</li> <li>7. Das freie Elektronengas</li> <li>8. Elektronen im periodischen Potential; Energiebänder</li> <li>9. Fermi-Flächen</li> <li>10. Halbleiter</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Konzepte, Phänomenologie und grundlegende experimentelle Methoden zur Erforschung der Struktur der kondensierten Materie,</li> <li>• haben die Fertigkeiten, einfache Experimente selbständig durchzuführen. Sie sind vertraut mit allgemeinen Auswertemethoden, können selbständig Messdaten analysieren,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, übergreifende Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten. Dies umfasst insbesondere die kritische Wertung der Messergebnisse und einfache Interpretationen im Lichte aktueller Modelle.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: analytisch-methodische Kompetenz, wissenschaftliches Denken, Training des logischen Denkens, Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit (englischsprachiger) Fachliteratur</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
Gesamt: 240 Std.		
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b>		
Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1., 2. und 3. Fachsemesters – insbesondere Physik I, II und III – auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Moduleil: Physik IV (Festkörperphysik)</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

1. Ordnungsprinzipien
2. Klassifizierung von Festkörpern
  - Klassifizierung nach Struktur: Kristalle, amorphe Materialien, Flüssigkristalle, Quasikristalle, Fraktale
  - Klassifizierung nach Bindung: Ionenbindung, kovalente Bindung, metallische Bindung, van-der-Waals-Bindung, Wasserstoffbrückenbindung
3. Struktur der Kristalle
  - Kristallstrukturen
  - Symmetrieoperationen
  - Bravais-Gitter
  - Positionen, Richtungen, Ebenen
  - Einfache Strukturen
4. Beugung von Wellen an Kristallen
  - Reziprokes Gitter
  - Brillouin Zonen
  - Strahlung für Materialuntersuchungen
  - Streuung am dreidimensionalen Gitter: Bragg- und Laue-Formulierung, Streumethoden, Intensität der gestreuten Welle, Atomform-Faktoren, Debye-Waller-Faktoren
5. Dynamik von Kristallgittern
  - Einleitung
  - Einatomare lineare Kette
  - Zweiatomare lineare Kette
  - Phononen im dreidimensionalen Gitter
  - Experimenteller Nachweis von Phononen: Inelastische Neutronenstreuung, Fern-Infrarot- Experimente
  - Thermische Eigenschaften von Phononen
6. Anharmonische Effekte
  - Thermische Ausdehnung
  - Wärmeleitung in Isolatoren
7. Das freie Elektronengas
  - Elektronische Energieniveaus im Eindimensionalen
  - Energieniveaus im Dreidimensionalen, elektronische Zustandsdichte
  - Fermi-Dirac-Verteilungsfunktion
  - Experimentelle Überprüfung
8. Elektronen im periodischen Potential; Energiebänder
  - Einleitung
  - Elektronen im gitterperiodischen Potential
  - Näherung für quasi-freie Elektronen
  - Näherung für stark gebundene Elektronen
  - Mittlere Geschwindigkeit und effektive Massen
  - Bandstrukturen
9. Fermi-Flächen
  - Konstruktion von Fermi-Flächen
  - Elektronen im Magnetfeld: Elektron- und Lochbahnen
  - Vermessung von Fermi-Flächen am Beispiel von de Haas-van-Alphen-Experimenten
10. Halbleiter
  - Klassifizierung
  - Energielücke
  - Defektelektronen
  - Idehalbleiter
  - Realhalbleiter
  - Anwendungen: p-n-Übergang, Diode, Transistor

**Literatur:**

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

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Physik IV** (Vorlesung)

**Modulteil: Übung zu Physik IV**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Physik IV** (Übung)

**Prüfung**

**Physik IV (Festkörperphysik)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

<b>Modul PHM-0007: Physik V (Kern- und Teilchenphysik)</b> <i>Physics V (Nuclear and Particle Physics)</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Brütting		
<b>Inhalte:</b> Dieses Modul vermittelt die Grundlagen der Kern- und der Teilchenphysik.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Aufbau der Atomkerne, die Grundlagen der Radioaktivität und der Kernkraft; sie sind mit den Grundzügen des Standardmodells vertraut,</li> <li>• haben die Fertigkeit erworben, grundlegende Probleme der Kern- und Teilchenphysik zu verstehen,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen der ersten vier Fachsemester – insbesondere der Vorlesung Physik III – auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physik V (Kern- und Teilchenphysik)</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Atomkerne</li> <li>• Radioaktivität</li> <li>• Kernkräfte und Kernmodelle</li> <li>• Kernreaktionen</li> <li>• Elementarteilchenphysik</li> </ul>		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Demtröder, Experimentalphysik IV: Kern-, Teilchen- und Astrophysik (Springer)</li> <li>• B. Povh u.a., Teilchen und Kerne (Springer)</li> <li>• K. Bethge, Kernphysik (Springer)</li> <li>• J. Bleck-Neuhaus, Elementare Teilchen (Springer)</li> <li>• S. Wong, Introductory Nuclear Physics (Wiley-VCH)</li> <li>• M. Thomson, Modern Particle Physics (Cambridge)</li> <li>• T. Mayer-Kuckuk, Kernphysik. Eine Einführung (Teubner)</li> </ul>		

---

**Modulteil: Übung zu Physik V**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 1

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Physik V (Kern- und Teilchenphysik)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten



<b>Modul PHM-0015: Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1)</b> <i>Theoretical Physics I (Analytical Mechanics, Quantum Mechanics Part I)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ulrich Eckern		
<b>Inhalte:</b> <i>Höhere Mechanik</i> 1. Newtonsche Mechanik 2. Analytische Mechanik 3. Spezielle Relativitätstheorie  <i>Quantenmechanik Teil 1</i> 4. Grundlagen 5. Eindimensionale Probleme 6. Harmonischer Oszillator		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Methoden und Konzepte der theoretischen Mechanik einschließlich des Lagrange- und Hamilton-Formalismus sowie der speziellen Relativitätstheorie; sie sind mit den Grundlagen der Quantentheorie und einfachen Anwendungen vertraut,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten, insbesondere mathematischen Methoden erworben,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1. und 2. Fachsemesters – insbesondere Mathematische Konzepte I und II – auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

*Höhere Mechanik*

1. Newtonsche Mechanik

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

2. Analytische Mechanik

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

3. Spezielle Relativitätstheorie

- Minkowskische Raum-Zeit
- Relativistische Mechanik

*Quantenmechanik Teil 1*

4. Grundlagen

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

5. Eindimensionale Probleme

- Freies Teilchen
- Streuung an einer Potentialbarriere
- Gebundene Zustände

6. Harmonischer Oszillator

- Eigenfunktionen und Eigenwerte
- Matrix-Darstellung, Zeitentwicklung

**Literatur:**

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

**Modulteil: Übung zu Theoretische Physik I**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

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

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten

<b>Modul PHM-0016: Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2)</b> <i>Theoretical Physics II (Quantum Mechanics Part 1)</i>		10 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Hänggi		
<b>Inhalte:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mathematische Grundlagen</li> <li>2. Die Postulate der Quantenmechanik</li> <li>3. Schrödinger-Gleichung</li> <li>4. Einfache eindimensionale Probleme</li> <li>5. Ehrenfest-Theorem</li> <li>6. Harmonischer Oszillator</li> <li>7. Heisenberg-Unschärferelation</li> <li>8. Näherungsmethoden</li> <li>9. Drehimpuls</li> <li>10. Wasserstoff-Atom</li> <li>11. Pfadintegral-Formulierung der Quantenmechanik</li> <li>12. WKB-Näherung und Limes <math>\hbar \rightarrow 0</math></li> <li>13. Geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld</li> <li>14. Spin</li> <li>15. Mehrteilchensysteme</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die konzeptionellen physikalischen und mathematischen Grundlagen und Methoden der nichtrelativistischen Quantenmechanik von Einteilchensystemen einschließlich der Postulate, auf denen sie aufbaut,</li> <li>• sind fähig, allgemeine quantenmechanische Einteilchenprobleme mathematisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Methoden, insbesondere Näherungsmethoden, zu lösen,</li> <li>• haben die Kompetenz, quantenmechanische Fragestellungen eigenständig zu erkennen und zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
Gesamt: 300 Std.		
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
150 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b>		
Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen Physik I - III und insbesondere Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1) auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil:</b> Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2) <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

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

**Literatur:**

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

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Theoretische Physik II** (Vorlesung)

Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2) Theoretical Physics II (Quantum Mechanics Part 2)

**Modulteil: Übung zu Theoretische Physik II**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2)** (Übung)

**Prüfung**

**Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2)**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten

<b>Modul PHM-0126: Einführung in die theoretische Elektrodynamik</b> <i>Introduction to Theoretical Electrodynamics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Arno Kampf		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrostatik inkl. Bildladungsmethode</li> <li>• Magnetostatik</li> <li>• Maxwellsche Gleichungen</li> <li>• Freie Wellenausbreitung</li> <li>• Einfache dielektrische und magnetische Materialien</li> <li>• Wellen in Medien</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die grundlegenden Gleichungen der Elektrodynamik (Maxwell-Gln.) und deren allgemeine Lösung im Vakuum,</li> <li>• kennen die Zusammenhänge und Struktur der Elektro- und Magnetostatik sowie die der Elektrodynamik in Materie,</li> <li>• beherrschen die wichtigsten mathematischen Methoden und theoretischen Konzepte zur Lösung von Randwertproblemen,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von elementaren Aufgaben zu elektromagnetischen Feldern.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: selbständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken, sachliches Argumentieren</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Lehramt für Gymnasien (§77 LPO I)		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es gibt keine formalen Voraussetzungen; es wird jedoch erwartet, dass die Studierenden die grundlegenden mathematischen Methoden der Analysis beherrschen. Der Besuch der Lehrveranstaltungen "Mathematische Konzepte I" und "Mathematische Konzepte II" in den ersten Semestern wird dringend empfohlen.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Einführung in die theoretische Elektrodynamik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		



**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

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

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Einführung in die theoretische Elektrodynamik** (Vorlesung)

Diese Lehrveranstaltung ist Teil eines viersemestrigen Kurses zur Theoretischen Physik, der sich in erster Linie an Studierende im Lehramt Physik an Gymnasien wendet. Es werden die zentralen Themen der Elektrodynamik behandelt, insbesondere Elektrostatik, Magnetostatik, maxwellsche Gleichungen, freie elektromagnetische Wellen, einfache dielektrische und magnetische Materialien sowie Wellen in Medien.

**Modulteil: Übung zu Einführung in die theoretische Elektrodynamik**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Einführung in die theoretische Elektrodynamik** (Übung)

**Prüfung**

**Einführung in die theoretische Elektrodynamik**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

<b>Modul PHM-0128: Einführung in die theoretische Thermodynamik</b> <i>Introduction to Theoretical Thermodynamics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Hänggi		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und Postulate der Thermodynamik</li> <li>• Erster Hauptsatz</li> <li>• Zweiter Hauptsatz</li> <li>• Dritter Hauptsatz [1]</li> <li>• Anwendungen der Thermodynamik</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse zu den Methoden und Konzepten der Thermodynamik und der statistischen Physik einschließlich der Beschreibung durch statistische Ensembles sowohl für klassische Systeme als auch für Quantensysteme,</li> <li>• Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe erlernter mathematischen Methoden</li> <li>• und Kompetenzen, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Lehramt für Gymnasien (§77 LPO I), Bachelor Materialwissenschaften		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Einführung in die theoretische Thermodynamik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 4 (Zimmermann-Neufang)</li> <li>• H. B. Callen, Thermodynamics (Wiley)</li> </ul>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Einführung in die theoretische Thermodynamik</b> (Vorlesung) ***Der genaue Ablauf bzw. die genaue (elektronische) Form dieser Lehrveranstaltung steht noch nicht fest; bitte melden Sie sich an, damit wir Sie dazu demnächst informieren können.***

\*\*\*\*\* Im Universitätsnetz sind u.a. folgende relevante Lehrbücher als Volltext online verfügbar: - W. Nolting, "Grundkurs Theoretische Physik 4: Spezielle Relativitätstheorie, Thermodynamik" (8. Auflage, Springer 2012) <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-24481-0> - M.Bartelmann, B.Feuerbacher, T.Krüger, D.Lüst, A.Rebhan, A.Wipf, "Theoretische Physik 4: Thermodynamik und Statistische Physik" (Springer 2018) <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-56113-3> \*\*\*\*\* Inhaltsübersicht:  
I. Grundbegriffe der Thermodynamik - Thermodynamische Systeme - Thermodynamischer Zustand - Gleichgewicht und Temperatur - Zustandsgleichungen - Arbeit - Wärme - Thermodynamische Proz  
... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Übung zu Einführung in die theoretische Thermodynamik**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Einführung in die theoretische Thermodynamik (Übung)**

Die Übung findet als Online-Veranstaltung statt. Bitte melden Sie sich auf der Digicampus-Seite der **\*\*Vorlesung\*\*** an, über die alle relevanten Informationen verteilt werden.

**Prüfung**

**Einführung in die theoretische Thermodynamik**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

<b>Modul PHM-0033: Mathematische Konzepte I</b> <i>Mathematical Concepts I</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Klaus Ziegler		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vektorrechnung</li> <li>2. Differential- und Integralrechnung</li> <li>3. Differentialgleichungen</li> <li>4. Lineare Algebra</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Mathematik, die zur theoretischen Beschreibung physikalischer Phänomene und Prozesse erforderlich sind,</li> <li>• praktizieren durch selbständige Arbeit im Eigenstudium und in den Übungsgruppen das in der Vorlesung erworbene Wissen und</li> <li>• besitzen die Kompetenz, elementare physikalische Problemstellungen der klassischen Mechanik in Form von Gleichungen zu formulieren, diese selbständig zu lösen und die theoretischen Ergebnisse in Form von einfachen und allgemein verständlichen physikalischen Bildern zu interpretieren.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Hinweis zur Anrechenbarkeit des Moduls in Lehramtsstudiengängen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für Studierende des Lehramts an Gymnasien mit der Fächerkombination Physik und Geographie, die das Lehramtsstudium Physik vor dem Wintersemester 2012/13 aufgenommen haben, ist dieses Modul ein Pflichtmodul.</li> <li>• Für Studierende des Lehramts an Gymnasien, die das Lehramtsstudium Physik zum Wintersemester 2012/13 oder später aufgenommen haben oder aufnehmen, ist dieses Modul nur im freien Bereich anrechenbar. Es wird dennoch empfohlen, dieses Modul zu belegen.</li> <li>• Diese Regelungen gelten analog für Studierende mit Abschluss Bachelor of Education.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Mathematische Konzepte I</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		

<p><b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vektorrechnung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warum Vektoren?</li> <li>• Skalarprodukt</li> <li>• Komponentendarstellung in kartesischen Koordinaten</li> <li>• Drehung des Koordinatensystems</li> <li>• Kreuzprodukt</li> </ul> </li> <li>2. Differential- und Integralrechnung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wozu Differentiation und Integration?</li> <li>• Grundlegende Techniken</li> <li>• Taylorreihe</li> <li>• Differentiation von Vektoren</li> <li>• Gradient</li> <li>• Linienintegral</li> <li>• Mehrdimensionale Integrale</li> </ul> </li> <li>3. Differentialgleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzung: Komplexe Zahlen</li> <li>• Typologie der Differentialgleichungen</li> <li>• Homogene Differentialgleichungen 1. Ordnung</li> <li>• Homogene Differentialgleichungen 2. Ordnung</li> <li>• Inhomogene lineare Differentialgleichungen</li> <li>• Methode der Green'schen Funktion</li> </ul> </li> <li>4. Lineare Algebra <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dyadisches Produkt</li> <li>• Determinanten</li> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Eigenwertprobleme</li> <li>• Lineare Differentialgleichungssysteme</li> </ul> </li> </ol>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Ehlotzky, Angewandte Mathematik für Physiker (Springer-Verlag)</li> <li>• S. Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik (Teubner-Verlag)</li> <li>• R. Shankar, Basic Training in Mathematics (Plenum Press)</li> <li>• C.B. Lang, N. Pucker, Mathematische Methoden in der Physik (Elsevier)</li> <li>• M.L. Boas, Mathematical methods in the physical sciences (Wiley)</li> <li>• G.B. Arfken, H.J. Weber, Mathematical methods for physicists (Academic Press)</li> </ul>
<p><b>Modulteil: Übung zu Mathematische Konzepte I</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p>
<p><b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Literatur:</b> siehe zugehörige Vorlesung</p>

**Prüfung**

**Mathematische Konzepte I**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten

<b>Modul PHM-0034: Mathematische Konzepte II</b> <i>Mathematical Concepts II</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Klaus Ziegler		
<b>Inhalte:</b> 1. Vektoranalysis 2. Analysis im Komplexen (Funktionentheorie) 3. Orthogonale Funktionensysteme 4. Partielle Differentialgleichungen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Mathematik, die zur theoretischen Beschreibung physikalischer Phänomene und Prozesse erforderlich sind,</li> <li>• praktizieren durch selbständige Arbeit im Eigenstudium und in den Übungsgruppen das in der Vorlesung erworbene Wissen und</li> <li>• besitzen die Kompetenz, elementare physikalische Problemstellungen der Elektrodynamik in Form von Gleichungen zu formulieren, diese selbständig zu lösen und die theoretischen Ergebnisse in Form von einfachen physikalischen Bildern zu interpretieren.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Hinweis zur Anrechenbarkeit des Moduls in Lehramtsstudiengängen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für Studierende des Lehramts an Gymnasien mit der Fächerkombination Physik und Geographie, die das Lehramtsstudium Physik vor dem Wintersemester 2012/13 aufgenommen haben, ist dieses Modul ein Pflichtmodul.</li> <li>• Für Studierende des Lehramts an Gymnasien, die das Lehramtsstudium Physik zum Wintersemester 2012/13 oder später aufgenommen haben oder aufnehmen, ist dieses Modul nur im freien Bereich anrechenbar. Es wird dennoch empfohlen, dieses Modul zu belegen.</li> <li>• Diese Regelungen gelten analog für Studierende mit Abschluss Bachelor of Education.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Inhalte des Moduls Mathematische Konzepte I		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Mathematische Konzepte II</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		

**Lernziele:**

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

**Inhalte:**

1. Vektoranalysis

- Felder in Mechanik und Elektrodynamik
- Divergenz, Satz von Gauß, Anwendungen
- Rotation, Satz von Stokes, Anwendungen
- Krummlinig-orthogonale Koordinaten, Linien-, Flächen- und Volumenelemente, Differentialoperatoren

2. Komplexe Zahlen und Funktionentheorie

- Komplexe Zahlen
- Cauchy-Riemannsches Differentialgleichungen
- Analytische Funktionen
- Integration in der komplexen Ebene
- Residuensatz, Anwendungen

3. Orthogonale Funktionensysteme

- Fourier-Reihe
- Fourier-Transformation
- Deltafunktion
- Lösung linearer Differentialgleichungen durch Fouriertransformation
- Legendre-Polynome

4. Partielle Differentialgleichungen

- Beispiele und Klassifikation
- Lösung durch Separationsansatz
- Lösung durch Fouriertransformation

**Literatur:**

- S. Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik (Teubner-Verlag), insbesondere Kapitel 1.10, 3, 4.6, 6, 7 und 9
- R. Shankar, Basic Training in Mathematics (Springer), insbesondere Kapitel 5–7 und 10.5–10.6

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

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

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Mathematische Konzepte II** (Vorlesung)

**Modulteil: Übung zu Mathematische Konzepte II**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2



**Lernziele:**

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

**Literatur:**

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

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

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Mathematische Konzepte II** (Übung)

**Prüfung**

**Mathematische Konzepte II**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten