

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BIPMA1	Pflicht

**Modultitel** **Mathematik 1 - Lineare Algebra & Analysis von Funktionen einer Variablen**

**Modultitel (englisch)** Mathematics 1 - Linear Algebra and Calculus of Functions of One Variable

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Mathematik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Mathematik 1 - Lineare Algebra & Analysis von Funktionen einer Variablen" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Mathematik 1 - Lineare Algebra & Analysis von Funktionen einer Variablen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h

**Arbeitsaufwand** 7 LP = 210 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studenten/Studentinnen sollen am Ende des Moduls die Grundlagen der Linearen Algebra und der Analysis beherrschen und selbstständig Problemstellungen lösen. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Einübung von Begriffen und Fertigkeiten.

**Inhalt**

- Grundbegriffe der linearen Algebra, Gruppen, Rechnen mit Matrizen
- Konvergenz von Folgen und Reihen
- Stetige Funktionen
- Differentialrechnung für Funktionen einer Veränderlichen
- Integralrechnung für Funktionen einer Veränderlichen, Riemann-Integral

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- H. Heuser "Lehrbuch der Analysis Teil 1" 17. Auflage, Vieweg+Teubner 2009
- S. Bosch "Lineare Algebra" 4. Auflage, Springer 2008
- H. Fischer, H. Kaul "Mathematik für Physiker, Band 1: Grundkurs" Vieweg+Teubner 2011

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Mathematik 1 - Lineare Algebra & Analysis von Funktionen einer Variablen" (4SWS)

Übung "Mathematik 1 - Lineare Algebra & Analysis von Funktionen einer Variablen" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPC	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Einführung in die Chemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Introduction to Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in Peter-Debye-Institut für Physik der weichen Materie / Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Einführung in die Chemie" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Einführung in die Chemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erweitern ihre naturwissenschaftliche Grundbildung</li> <li>- entwickeln ein grundlegendes Verständnis der Prinzipien, Modelle und Methoden der Chemie sowie der zugrunde liegenden Nomenklatur</li> <li>- sind in der Lage, mit ihrem erworbenen Wissen an weiterführenden Veranstaltungen in dieser Fachrichtung teilzunehmen</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur der Materie,</li> <li>- chemische Bindung, chemisches Gleichgewicht</li> <li>- chemische Reaktionen, Stöchiometrie, Säuren und Basen</li> <li>- Energie chemischer Reaktionen</li> <li>- Chemie der Hauptgruppenelemente</li> <li>- Chemie der Nebengruppenelemente,</li> <li>- organische Chemie, funktionelle Gruppen</li> <li>- Metallorganik</li> <li>- Makromoleküle</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- J. E. Brady / J. R. Holum: Chemistry. The Study of Matter and Its Changes, Wiley</li> <li>- C. E. Mortimer: Chemie: Das Basiswissen der Chemie, Georg Thieme Verlag –</li> <li>T. L. Brown / H. E. LeMay / B. E. Bursten; Chemistry. The Central Science, Pearson</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Einführung in die Chemie" (3SWS)

Übung "Einführung in die Chemie" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPEP1	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentalphysik 1 - Mechanik, Wellen und Wärmelehre</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Physics 1 - Mechanics, Waves and Thermodynamics
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentalphysik 1 - Mechanik, Wellen und Wärmelehre" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h</li> <li>• Übung "Experimentalphysik 1 - Mechanik, Wellen und Wärmelehre" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Praktikum "Experimentalphysik 1" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der klassischen Mechanik, Wellenmechanik und Wärmelehre;</li> <li>- sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen;</li> <li>- können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Mechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relevante Experimente zur Kinematik und Dynamik des Massenpunktes, Newtonsche Gesetze.</li> <li>- Beschleunigte Bezugssysteme, Trägheitskräfte.</li> <li>- Experimente zu Erhaltungssätzen: Impuls, Energie, Drehimpuls.</li> <li>- Experimentelle Beweise zur Gravitation und Planetenbewegung.</li> <li>- Statik und Dynamik starrer Körper.</li> <li>- Grundlagen der Mechanik deformierbarer Körper.</li> </ul> <p>Wellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwingungen.</li> <li>- Mechanische Wellen und Akustik.</li> <li>- Interferenzen und Superposition.</li> <li>- Michelson-Morley Experiment und Relativitätsprinzip</li> </ul> <p>Wärmelehre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hauptsätze der Thermodynamik, Temperatur, Wärmekapazität.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alonso, Finn "Physics" Addison-Wesley Longman 1992</li> <li>- Halliday, Resnick, Walker "Fundamentals of Physics" Wiley-VCH 2009</li> </ul>

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur* 180 Min., mit Wichtung: 2  <i>Prüfungsvorleistung: (Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.)</i>	Vorlesung "Experimentalphysik 1 - Mechanik, Wellen und Wärmelehre" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 1 - Mechanik, Wellen und Wärmelehre" (2SWS)
Praktikumsleistung*, mit Wichtung: 1	Praktikum "Experimentalphysik 1" (4SWS)

\* Diese Prüfungsleistungen müssen bestanden sein.

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPTP1	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theoretische Physik 1 - Klassische Mechanik 1</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen grundlegende Prinzipien der Mechanik kennen und können sie auf relevante Sachverhalte anwenden</li> <li>- beherrschen grundlegende Rechenmethoden der klassischen Mechanik</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Newtonsche Axiome, Erhaltungssätze</li> <li>- Differenzieren und Integrieren von Funktionen mit einer Variablen, Rechnen mit komplexen Zahlen, Lösen von gewöhnlichen Differentialgleichungen</li> <li>- Nichtinertialsysteme</li> <li>- Rechnen mit Matrizen und Determinanten, Koordinatensysteme und Drehungen</li> <li>- Keplerproblem, Mechanik der Massepunkte und starren Körper, kleine Schwingungen</li> <li>- lineare Gleichungssysteme, Eigenwertprobleme</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D. Kleppner and R.J. Kolenkov, "An Introduction to Mechanics", Cambridge University Press 2010</li> <li>- J. Hohnerkamp, H. Römer: "Theoretical Physics: A Classical Approach", Springer, 1993</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1" (4SWS)

Übung "Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	30-PHY-BIPSQ1	Wahlpflicht

### Modultitel **Deutschkurs für Anfänger I**

**Modultitel (englisch)** German Course for Beginners I

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Studienkolleg Sachsen

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Sprachkurs "Deutschkurs für Anfänger I" (6 SWS) = 90 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele** Das Modul dient dazu, dass die Studierenden Grundkenntnisse in der deutschen Sprache erwerben, damit sie trotz ihres Bachelorstudiums in englischer Sprache einen besseren Zugang zum neuen Kulturkreis finden und die Integration in den Studienalltag erleichtert wird.

**Inhalt**

Der Student erreicht am Ende des 1. Semesters die Niveaustufe A 1 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens.

Der Student entwickelt Fähigkeiten im Bereich des Leseverstehens, des Hörverstehens, der mündlichen und schriftlichen Kommunikation in deutscher Sprache.

Der Student kann:

- kurze einfache Texte lesen und verstehen, die einen sehr frequentierten Wortschatz und einen gewissen Anteil international bekannter Wörter enthalten.
- Gesprochenes Verstehen, wenn sehr langsam und sorgfältig gesprochen wird und wenn lange Pausen Zeit lassen, den Sinn zu erfassen.
- sich auf einfache Art verständigen, doch ist die Kommunikation davon abhängig, dass etwas langsam wiederholt, umformuliert und korrigiert wird.
- einfache Fragen stellen und beantworten, einfache Fragestellungen treffen oder auf solche reagieren.
- sehr kurze Kontaktgespräche bewältigen, indem er gebräuchliche Höflichkeitsformeln der Begrüßung bzw. der Anrede benutzt.
- Einladungen und Entschuldigungen aussprechen und auf sie reagieren.
- bei einem einfachen, direkten Austausch begrenzter Informationen über vertraute Angelegenheiten mitteilen, was er sagen will.
- schriftlich Informationen zur Person oder einem einfachen Sachverhalt erfragen oder weitergeben.
- Der Student beherrscht einen begrenzten Wortschatz in Zusammenhang mit konkreten Alltagsbedürfnissen.
- Der Student zeigt eine begrenzte Beherrschung einiger weniger einfacher grammatischer Strukturen und Satzmuster.
- Die Aussprache eines sehr begrenzten Repertoires ist im Allgemeinen klar genug, um trotz des merklichen Akzents verstanden zu werden.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** keine

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### **Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Sprachkurs "Deutschkurs für Anfänger I" (6SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	30-PHY-EPHYB21	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Englisch für Physiker B2.1</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	English for Physicists 1
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Sprachenzentrums
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	• Sprachkurs "Englisch für Physiker B2.1" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 150 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• B.Sc. Physik • M.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	<p>Studierende können wissenschaftliches Englisch im Fach Physik entsprechend der Niveaustufe B2 des GER verstehen. Sie können längeren Redebeiträgen wie Vorlesungen und Fachvorträgen zu verschiedenen fachbezogenen Themen der Physik folgen und verstehen auch komplexe Argumentationen, wenn ihnen das Thema einigermaßen vertraut ist. Sie verstehen sowohl übergreifende als auch detaillierte Informationen und können Argumente und Gegenargumente für oder gegen einen bestimmten Standpunkt nachvollziehen.</p> <p>Studierende können zu fachbezogenen Themen der Physik auf Englisch längere Fachtexte lesen und verstehen, z.B. Artikel in einschlägigen populärwissenschaftlichen Zeitschriften, Reviews, Berichte und Protokolle über Experimente, Instruktionstexte / Gebrauchsanweisungen (z.B. Experimentieranleitungen, Sicherheitsvorschriften). Sie verstehen problemlos in ihrem Fachgebiet fach- und wissenschaftsspezifischen Wortschatz, Terminologie, Satz- und Textstrukturen. Sie erkennen Argumente und Gegenargumente.</p> <p>Studierende können Lese- und Hörstrategien für das Englische effektiv im Fachbereich der Physik anwenden.</p>
<b>Inhalt</b>	Lektüre ausgewählter wissenschaftlicher Fachtexte der Physik mit Nomenklatur- und Wortschatzarbeit einschließlich der Aussprache von Symbolen und mathematischen Zeichen; Hören von wissenschaftlichen Beiträgen und Vorlesungen; produktive Verarbeitung des Gelesenen und Gehörten in Diskussionen; Erwerb von Lese- und Hörstrategien
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Niveaustufe B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Sprachkurs "Englisch für Physiker B2.1" (3SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BIPMA2	Pflicht

### Modultitel **Mathematik 2 - Analysis von Funktionen mehrerer Variablen**

**Modultitel (englisch)** Mathematics 2 - Calculus of Functions of More Than One Variable

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Mathematik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Mathematik 2 - Analysis von Funktionen mehrerer Variablen" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Mathematik 2 - Analysis von Funktionen mehrerer Variablen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h

**Arbeitsaufwand** 7 LP = 210 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studenten/Studentinnen sollen am Ende des Moduls ein grundlegendes Verständnis der Analysis haben und selbstständig Problemstellungen diesbezüglich lösen. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Einübung von Begriffen und Fertigkeiten.

**Inhalt**

- Funktionenfolgen: Gleichmäßige Konvergenz, Potenzreihen
- Differentialrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher: Ableitung von Funktionen  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$ , Kettenregel, Auflösungssätze, Taylorscher Satz, Extrema, parameterabhängige Integrale
- Einführung in gewöhnliche Differentialgleichungen und Systeme

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- H. Heuser "Lehrbuch der Analysis" Teil 1 & 2, 17. Auflage, Vieweg+Teubner 2009
- H. Fischer, H. Kaul "Mathematik für Physiker" Band 1&2, Vieweg+Teubner 2011

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Mathematik 2 - Analysis von Funktionen mehrerer Variablen" (4SWS)
	Übung "Mathematik 2 - Analysis von Funktionen mehrerer Variablen" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPCS	Wahlpflicht

### Modultitel Einführung in Computational Software

**Modultitel (englisch)** Introduction to Computational Software

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in Peter-Debye-Institut für Physik der weichen Materie / Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik / Direktor/in Institut für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Einführung in CS" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Einführung in CS" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studierenden sind nach der aktiven Teilnahme am Modul in der Lage, Computational Softwarepakete zu bewerten und sich ein Urteil darüber zu bilden, welche Probleme damit bearbeitet werden können. Sie lernen die zugrundeliegenden Verfahren zu klassifizieren und ihre Komplexität einzuschätzen.

**Inhalt** Programmieren mit Software Paketen. Symbolisches Rechnen, numerische Berechnungen, Ein- und Ausgabe von Daten und graphische Darstellungen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- M. Kofler / H.-G. Gräbe: Mathematica, Addison-Wesley
- R. Maeder: Programming in Mathematica, Addison-Wesley
- R. J. Gaylord / S. N. Kamin / P. R. Wellin: An Introduction to Programming with Mathematica, TELOS, Springer
- R. Maeder: Informatik für Mathematiker und Naturwissenschaftler, Addison-Wesley

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Einführung in CS" (2SWS)

Übung "Einführung in CS" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPEP2	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentalphysik 2 - Elektrizitätslehre und Wellenoptik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Physics 2 - Electricity and Wave Optics
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentalphysik 2 - Elektrizitätslehre und Wellenoptik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h</li> <li>• Übung "Experimentalphysik 2 - Elektrizitätslehre und Wellenoptik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Praktikum "Experimentalphysik 2" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Elektrodynamik und der Optik;</li> <li>- sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen;</li> <li>- können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Experimente zum statischen elektrischen Feld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coulombsches Gesetz, elektrische Ladung, elektrisches Feld und Spannung, elektrischer Dipol, Kondensator, dielektrische Verschiebung.</li> </ul> <p>Experimente zum statischen magnetischen Feld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ströme, Magnetfeld, Biot-Savartsches Gesetz, Kräfte auf Leiter, magnetischer Dipol.</li> </ul> <p>Bewegte Ladungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ladungsträger in elektrischen und magnetischen Feldern, Lorentzkraft, relativistische Bewegung.</li> </ul> <p>Zeitabhängige Felder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentelle Ableitungen der Maxwell Gleichungen, magnetischer Fluss, Induktivität, Schaltkreise, Impedanz, komplexe Darstellung von Wechselstrom- und -spannung.</li> </ul> <p>Lichtwellen und Optik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektromagnetische Wellen und Licht, Wellengleichung, elektromagnetisches Spektrum, ebene und Kugelwellen, Energietransport, Fresnelsche Formeln, Hertzscher Dipol, Polarisierung, Reflexion, Transmission, Brechung, Optische Instrumente, Dispersion, Huygens'sches Prinzip, Beugung, Interferenz, Kohärenz, Interferometer, Einzel- und Doppelspalt, Beugungsgitter.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine

- Literaturangabe**
- Alonso, Finn "Physics" Addison-Wesley Longman 1992
  - Halliday, Resnick, Walker "Fundamentals of Physics" Wiley-VCH 2009
  - A. P. French "Special Relativity", The M.I.T. Introductory Physics Series

**Vergabe von Leistungspunkten**      Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
 Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur* 180 Min., mit Wichtung: 2  <i>Prüfungsvorleistung: (Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.)</i>	Vorlesung "Experimentalphysik 2 - Elektrizitätslehre und Wellenoptik" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 2 - Elektrizitätslehre und Wellenoptik" (2SWS)
Praktikumsleistung*, mit Wichtung: 1	Praktikum "Experimentalphysik 2" (4SWS)

\* Diese Prüfungsleistungen müssen bestanden sein.

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPTP2	Pflicht

### Modultitel Theoretische Physik 2 - Elektrodynamik 1

**Modultitel (englisch)** Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h
- Übung "Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h

**Arbeitsaufwand** 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele**

Die Studierenden

- kennen grundlegende Konzepte der klassischen Elektrodynamik und können sie auf relevante Sachverhalte anwenden;
- beherrschen grundlegende Rechenmethoden der klassischen Elektrodynamik;

**Inhalt**

- Maxwellsche Gleichungen, Erhaltungssätze
- Einführung in die Vektoranalysis im  $\mathbb{R}^3$ : div, rot, grad, Flächen- und Volumenintegrale
- Elektrostatik und Magnetostatik im Vakuum und in Medien, Induktionsgesetz und quasistationäre Ströme
- Elementare Lösungsmethoden für partielle Differentialgleichungen

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- D.J. Griffiths "Introduction to Electrodynamics" Pearson Education 2008
- D. Jackson "Classical Electrodynamics" John Wiley & Sons 1998

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1" (4SWS)
	Übung "Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	30-PHY-BIPSQ2	Wahlpflicht

### Modultitel **Deutschkurs für Anfänger II**

**Modultitel (englisch)** German Course for Beginners II

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Studienkolleg Sachsen

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Sprachkurs "Deutschkurs für Anfänger II" (6 SWS) = 90 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele** Das Modul dient dazu, dass die Studierenden weitere Grundkenntnisse in der deutschen Sprache erwerben, damit sie einen noch besseren Zugang zum neuen Kulturkreis finden, die Integration in den Studienalltag weiter erleichtert und ihnen damit ein besserer Zugang zu den wissenschaftlichen Angeboten der Universität Leipzig ermöglicht wird.

**Inhalt** Der Student erreicht am Ende des 2. Semesters die Niveaustufe A 2 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens.  
 Der Student entwickelt seine Fähigkeiten im Bereich des Leseverstehens, des Hörverstehens, der mündlichen und schriftlichen Kommunikation in deutscher Sprache weiter.  
 Der Student kann:

- unkomplizierte Sachtexte über Themen, die mit den eigenen Interessen und Fachgebieten in Zusammenhang stehen, mit befriedigendem Verständnis lesen.
- in einfachen Texten spezifische Informationen herausfinden, Gliederungen erkennen.
- die Hauptpunkte verstehen, wenn in deutlich artikulierter Standardsprache über vertraute Dinge gesprochen wird, denen man normalerweise bei der Arbeit, in der Ausbildung oder der Freizeit begegnet.
- kurze mündliche Texte bzw. Erzählungen verstehen.
- sich relativ leicht in strukturierten Situationen und kurzen Gesprächen verständigen, in einfachen Routinegesprächen zurechtkommen, Fragen stellen und beantworten, persönliche Meinungen ausdrücken und Informationen über vertraute Themen austauschen.
- in persönlichen Briefen und Mitteilungen einfache Informationen von unmittelbarer Bedeutung geben oder erfragen und dabei deutlich machen, was er für wichtig hält.
- sich zu einem einfachen Sachverhalt schriftlich äußern.
- Der Student verfügt über einen ausreichenden Wortschatz, um in vertrauten Situationen und in Bezug auf vertraute Themen mündliche und schriftliche Kommunikationsaufgaben zu bewältigen.
- Der Student beherrscht einfache grammatische Strukturen und Satzmuster, macht aber noch systematisch elementare Fehler. Trotzdem wird in der Regel klar, was er aus- drücken möchte.

- Die Aussprache ist im Allgemeinen klar genug, um trotz des merklichen Akzents verstanden zu werden.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** keine

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Sprachkurs "Deutschkurs für Anfänger II" (6SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	30-PHY-EPHYB22	Wahlpflicht

### Modultitel **Englisch für Physiker B2.2**

**Modultitel (englisch)** English for Physicists 2

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Sprachenzentrums

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen** • Sprachkurs "Englisch für Physiker B2.2" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- M.Sc. Physik

**Ziele** Studierende können wissenschaftliches Englisch im Fach Physik entsprechend der Niveaustufe B2 des GER selbstständig verwenden. Sie können zu verschiedenen fachbezogenen Themen der Physik wissenschaftliche Textsorten auf Englisch verfassen (z.B. Protokoll, Zusammenfassung) und verwenden dabei fachspezifischen Wortschatz, Terminologie sowie Satz- und Textstrukturen. Sie können zusammenfassende und detaillierte Informationen wiedergeben oder Argumente und Gegenargumente für oder gegen einen bestimmten Standpunkt darlegen. Studierende können adressatengerechte Anschreiben und E-Mails im akademischen Umfeld erstellen (z.B. Bewerbungsunterlagen für Praktika und weiterführendes Studium).

Studierende können sich mündlich so spontan und fließend zu fachbezogenen Themen der Physik auf Englisch äußern, dass ein normales Gespräch mit kompetenten Sprechern des Englischen gut möglich ist. Sie können klar und detailliert zu einem breiten Themenspektrum ihres Fachgebiets vortragen und sich an Diskussionen beteiligen. Sie können Argumente und Gegenargumente kontextadäquat vertreten, ihre Ansichten begründen und verteidigen und verwenden dazu wissenschaftssprachlichen Wortschatz, Terminologie, Satz- und Diskursmuster aus dem Fachbereich Physik.

Studierende können effektive Recherchemethoden im Fachbereich der Physik anwenden.

**Inhalt** Verfassen von englischen Texten zu fachbezogenen Themen (z.B. Protokolle, Argumentationen); Präsentation eines computer-gestützten Fachvortrags; Diskussion zu Fachthemen und Simulation berufsbezogener Situationen (z.B. Beschreibungen von Vorgängen, Geräten, Experimenten, Auswertung experimenteller Ergebnisse, Interpretation von graphischen Darstellungen, E-Mails an akademisches Lehrpersonal, Bewerbungsschreiben für Praktikum/Masterstudiengang/Stipendium)  
Mit erfolgreichem Abschluss der Module Englisch für Physiker B2.1 und B2.2 besteht die Möglichkeit, das UNICert-Fachsprachenzertifikat der Stufe II zu erwerben. Weiter Informationen unter [www.sprachenzentrum.uni-leipzig.de](http://www.sprachenzentrum.uni-leipzig.de)

**Teilnahmevoraussetzungen** Niveaustufe B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in der Lehrveranstaltung.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

### **Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	Sprachkurs "Englisch für Physiker B2.2" (3SWS)
Mündliche Prüfung 15 Min., mit Wichtung: 1	

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BIPMA3	Pflicht

### Modultitel **Mathematik 3 - Vektoranalysis & partielle Differentialgleichungen**

**Modultitel (englisch)** Mathematics 3 - Vector Calculus and Partial Differential Equations

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Mathematik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Mathematik 3 - Vektoranalysis & partielle Differentialgleichungen" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Mathematik 3 - Vektoranalysis & partielle Differentialgleichungen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h

**Arbeitsaufwand** 7 LP = 210 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studenten/Studentinnen sollen am Ende des Moduls die Grundlagen der Vektoranalysis beherrschen und Methoden zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen kennen sowie diese selbstständig auf Problemstellungen anwenden können. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Einübung von Begriffen und Fertigkeiten.

**Inhalt**

- Vektoranalysis (Rotation, Divergenz, Gradient)
- Kurvenintegrale im  $\mathbb{R}^n$ : Rektifizierbare Kurven, Kurvenintegrale, Wegunabhängigkeit, Potentialfelder
- Gebietsintegrale und Oberflächenintegrale: Gebietsintegrale im  $\mathbb{R}^n$ , Variablentransformation, Flächen, Oberflächenintegrale, Sätze von Gauß und Stokes im  $\mathbb{R}^3$
- Überblick über die wichtigsten partiellen Differentialgleichungen der Physik, Beispiele für Lösungsmethoden

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- H. Heuser "Lehrbuch der Analysis" Teil 1 & 2, 17. Auflage, Vieweg+Teubner 2009
- H. Fischer, H. Kaul "Mathematik für Physiker" Band 1&2, Vieweg+Teubner 2011
- K. Goldhorn, H. Heinz "Mathematik für Physiker 3: Partielle Differentialgleichungen- Orthogonalreihen, Integraltransformationen" Springer-Verlag 2008

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Mathematik 3 - Vektoranalysis & partielle Differentialgleichungen" (4SWS)

Übung "Mathematik 3 - Vektoranalysis & partielle Differentialgleichungen" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPEP3	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentalphysik 3 - Atome und Moleküle</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Physics 3 - Atoms and Molecules
<b>Empfohlen für:</b>	3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentalphysik 3 - Atome und Moleküle" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h</li> <li>• Übung "Experimentalphysik 3 - Atome und Moleküle" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Praktikum "Experimentalphysik 3" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte aus der Quantenmechanik, dem Atomaufbau und der Molekülphysik;</li> <li>- sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen;</li> <li>- können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Experimentelle Grundlagen der Quantenphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Photoeffekt, Schwarzkörperstrahlung, Photonengas, Plancksches Strahlungsgesetz, Rutherford-Streuung, Bohrsches Atommodell, Welle-Teilchen-Dualismus, De-Broglie-Wellenlänge.</li> </ul> <p>Einführung in die Quantenmechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiewellen, Wahrscheinlichkeitsdichten, Wellenfunktion, Schrödinger-Gleichung, Quantenzustände, Potentialtopf, Tunneleffekt, Korrespondenzprinzip, Unschärferelation.</li> </ul> <p>Das Wasserstoffatom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spektrallinien, Orbitale, Drehimpulsquantisierung.</li> </ul> <p>Atome mit mehreren Elektronen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spin und Stern-Gerlach-Versuch, Pauli-Prinzip, Hund'sche Regeln, Systematik des Atombaus, Periodensystem, Atome in äußeren Feldern, optische Übergänge, Auswahlregeln.</li> </ul> <p>Molekülphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Wasserstoffmolekül, bindender und antibindender Zustand, Elektronegativität und Bindungsenergie.</li> <li>- Molekülorbitale, Rotations- und Schwingungsspektroskopie (Raman, Brillouin), Franck-Condon-Prinzip.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine

**Literaturangabe**

- Alonso, Finn "Physics" Addison-Wesley Longman 1992
- C.J. Foot "Atomic Physics", Oxford Master Series 2005
- Haken, Wolf "Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry" Springer 2010
- A. P. Sutton "Electronic Structures of Materials", OUP 2003

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur* 180 Min., mit Wichtung: 2 <i>Prüfungsvorleistung: (Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.)</i>	Vorlesung "Experimentalphysik 3 - Atome und Moleküle" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 3 - Atome und Moleküle" (2SWS)
Praktikumsleistung*, mit Wichtung: 1	Praktikum "Experimentalphysik 3" (4SWS)

\* Diese Prüfungsleistungen müssen bestanden sein.

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIOTP3	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theoretische Physik 3 - Klassische Mechanik 2 und Elektrodynamik 2</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Theoretical Physics 3 - Classical Mechanics 2 and Electrodynamics 2
<b>Empfohlen für:</b>	3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretical Physics 3 - Classical Mechanics 2 and Electrodynamics 2" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretical Physics 3 - Classical Mechanics 2 and Electrodynamics 2" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen Konzepte der klassischen Mechanik und Elektrodynamik und können sie auf relevante Sachverhalte anwenden;</li> <li>- gewinnen einen Einblick in die systematisierende Denkweise und formale Beschreibung von physikalischen Inhalten;</li> <li>- beherrschen Rechenmethoden der klassischen Mechanik und Elektrodynamik;</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zwangsbedingungen und D'Alembertsches Prinzip</li> <li>- Lagrange-Gleichungen 1. und 2. Art, Noether-Theorem, Hamiltonsches Prinzip</li> <li>- Hamiltonsche Gleichungen, kanonische Transformationen, Hamilton-Jacobi-Gleichung, integrable Systeme</li> <li>- Spezielle Relativitätstheorie,</li> <li>- Methode der Greenschen Funktionen für partielle Differentialgleichungen</li> <li>- elektromagnetische Wellen im Vakuum und in Medien, Feld bewegter Ladungen, Strahlung</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- J. Hohnerkamp, H. Römer: "Theoretical Physics: A Classical Approach", Springer, 1993</li> <li>- H. Goldstein, C.P. Poole, J. Safko: "Classical Mechanics", Wiley, 2006</li> <li>- D.J. Griffiths, "Introduction to Electrodynamics", Pearson Education 2008</li> <li>- J.D. Jackson "Classical Electrodynamics" John Wiley &amp; Sons 1998</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Theoretical Physics 3 - Classical Mechanics 2 and Electrodynamics 2" (4SWS)

Übung "Theoretical Physics 3 - Classical Mechanics 2 and Electrodynamics 2" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	30-PHY-BIPSQ3	Wahlpflicht

### Modultitel **Deutschkurs für Anfänger III**

**Modultitel (englisch)** German Course for Beginners II

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Studienkolleg Sachsen

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Sprachkurs "Deutschkurs für Anfänger III" (6 SWS) = 90 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele** Das Modul dient dazu, dass die Studierenden weitere Grundkenntnisse in der deutschen Sprache erwerben, damit sie einen noch besseren Zugang zum neuen Kulturkreis finden, die Integration in den Studienalltag weiter erleichtert und ihnen damit ein besserer Zugang zu den wissenschaftlichen Angeboten der Universität Leipzig ermöglicht wird.

**Inhalt** Der Student erreicht am Ende des 3. Semesters die untere Niveaustufe B1 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens.  
 Der Student entwickelt seine Fähigkeiten im Bereich des Leseverstehens, des Hörverstehens, der mündlichen und schriftlichen Kommunikation in deutscher Sprache weiter.  
 Der Student kann:

- dank eines ausreichend großen Wortschatzes viele Texte zu Themen des Alltagslebens verstehen und erklärend weitergeben.
- in alltäglichen Situationen oft gebrauchte Redefloskeln und Wendungen verstehen.
- auch in längeren Texten die Hauptpunkte verstehen, wenn in deutlich artikulierter Standardsprache über vertraute Dinge gesprochen wird, denen man normalerweise bei der Arbeit, im Studium oder der Freizeit begegnet.
- einfache und klar strukturierte Vorträge und Beiträge zu vertrauten Themen oder Themen aus dem eigenen Fach- oder Interessengebiet verstehen und erklärend weitergeben, wenn deutlich Standardsprache gesprochen wird.
- in mündlichen Texten sowohl die Hauptaussage als auch einzelne Informationen verstehen, sofern deutlich und mit vertrautem Akzent gesprochen wird.
- unkomplizierte, zusammenhängende Texte über Themen, die mit seinen/ihren Fach- oder Interessengebieten in Zusammenhang stehen, ausreichend verstehen und schriftlich verfassen.
- sich manchmal mit Hilfe von Umschreibungen über die meisten Themen des eigenen Alltagslebens schriftlich austauschen.
- in einer schriftlichen Erzählung Einzelelemente zu einem zusammenhängenden Text verbinden und seine/ihre orthographischen Kenntnisse so korrekt anwenden, dass er/sie wenig Fehler macht.
- sich an Alltagsgesprächen beteiligen, wenn deutlich gesprochen wird, muss aber manchmal um Wiederholung bestimmter Wörter und Wendungen und um Hilfe

beim Formulieren bitten.

- sich relativ mühelos und flüssig ausdrücken und trotz einiger Formulierungsprobleme, die zu Pausen oder in Sackgassen führen, ohne Hilfe erfolgreich weitersprechen.

- in Bezug auf Aussprache und Intonation so verständlich und klar sprechen, dass die Gesprächspartner trotz eines erkennbaren Akzents und manchmal vorkommenden Aussprachefehlern nur vereinzelt um Wiederholung bitten müssen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** keine

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### **Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Sprachkurs "Deutschkurs für Anfänger III" (6SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BW2MA4	Wahlpflicht

### Modultitel **Mathematik 4 - Weiterführende Mathematik für Physiker/innen**

**Modultitel (englisch)** Mathematics 4 - Further Mathematics for Physicists

**Empfohlen für:** 4. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Mathematik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Mathematik 4 - Weiterführende Mathematik für Physiker/innen" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h
- Übung "Mathematik 4 - Weiterführende Mathematik für Physiker/innen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h

**Arbeitsaufwand** 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studenten/Studentinnen sollen am Ende des Modules die Grundlagen der Integrationstheorie, der Funktionalanalysis und Differentialgeometrie beherrschen und selbstständig Problemstellungen lösen.

**Inhalt**

- Einführung in die Lebesguesche Maß- und Integrationstheorie
- Theorie der Operatoren im Hilbertraum
- Einführung in Differentialgeometrie und Lie-Gruppen

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- H. Heuser "Lehrbuch der Analysis Teil 2" Vieweg+Teubner 2009
- I. Agricola, T. Friedrich "Vektoranalysis" Vieweg+Teubner 2010
- H. Heuser "Funktionalanalysis" Teubner 2006

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Mathematik 4 - Weiterführende Mathematik für Physiker/innen" (4SWS)
	Übung "Mathematik 4 - Weiterführende Mathematik für Physiker/innen" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BFP	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Fortgeschrittenen Praktikum</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Advanced Laboratory Course
<b>Empfohlen für:</b>	4. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Leiter Physikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	• Praktikum "Fortgeschrittenen Praktikum" (6 SWS) = 90 h Präsenzzeit und 180 h Selbststudium = 270 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	9 LP = 270 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. Physik - B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	Die Studierenden - erweitern ihre Kenntnisse über grundlegende experimentelle Verfahren der modernen Physik und machen sich mit anspruchsvoller physikalischer Experimentiertechnik auf Großgeräteniveau im wissenschaftlichen Umfeld der Fakultät vertraut; - gewinnen eigene experimentelle Einblicke in spektroskopische Standardmethoden und deren theoretische Modellkonzepte zur Ergebnisinterpretation und können diese selbständig anwenden; - lernen, sich in anspruchsvolle wissenschaftliche Aufgaben einzuarbeiten, diese kreativ umzusetzen, und die physikalischen Grundlagen und die gewonnenen Resultate zu präsentieren und zu verteidigen.
<b>Inhalt</b>	Es sind insgesamt 6 Experimente zu absolvieren. Dazu wählen die Studierenden aus den folgenden Versuchskomplexen 6 Experimente aus:  - Kern- und Elektronenspin-Resonanz (NMR, EPR) - Optisches Pumpen, Laserspektroskopie - Molekül- und Gitterschwingungen (IR1+2, Raman, FTIR) - Halbleiter (Photolumineszenz, Halleffekt) - Elektronische Zustände (Franck-Hertz-Versuch, Farbzentren, Zeemaneffekt) - Strukturanalyse mit Röntgenstreuung (XRD1+2) - Radioaktivität (Gamma-, Alphaerfall) - Raster-Sondenmikroskopie (AFM, STM), Massenspektrometrie  Das Praktikum setzt eine intensive Vorbereitung auf jeden Versuch voraus, damit die Aufgaben mit hoher Selbständigkeit bearbeitet werden können.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme an den Modulen 12-PHY-BIPEP1 bis -BIPEP3
<b>Literaturangabe</b>	Nähere Informationen finden sich in den Versuchsbeschreibungen zu den Experimenten (einsehbar unter <a href="http://home.uni-leipzig.de/physfp/">http://home.uni-leipzig.de/physfp/</a> ).

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung (Bearbeitungszeit der Protokolle: 2 Wochen), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Fortgeschrittenen Praktikum" (6SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPEP4	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentalphysik 4 - Wärmelehre und weiche Materie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Physics 4 - Thermodynamics and Soft Matter
<b>Empfohlen für:</b>	4. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentalphysik 4 - Wärmelehre und weiche Materie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h</li> <li>• Übung "Experimentalphysik 4 - Wärmelehre und weiche Materie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	7 LP = 210 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Physik der Wärme;</li> <li>- sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen;</li> <li>- können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Hauptsätze der Thermodynamik. Entropie und Temperatur. Transportphänomene: Temperaturausgleich, Wärmeübertragung, Diffusion, Maxwell-Boltzmann-Verteilung, Ideales und Reales Gas, Wärme und Arbeit, freie Energie, freie Enthalpie und chemische Reaktionen, Phasenumwandlungen und Phasenübergänge, ungeordnete und partiell geordnete Systeme (wie Flüssigkeiten, Gläser, Gele, Flüssigkristalle), Elemente der Polymer- und Kolloidphysik und der biologischen Physik, experimentelle Methoden zur Messung der Struktur und Dynamik weicher Materie</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- C. Kittel &amp; H. Krömer: Thermal Physics, W. H. Freeman; Second Edition 1980</li> <li>- H.B. Callen "Thermodynamics", Wiley 1960</li> <li>- T. L. Hill "An Introduction to statistical mechanics", Addison-Wesley 1960</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Experimentalphysik 4 - Wärmelehre und weiche Materie" (4SWS)

Übung "Experimentalphysik 4 - Wärmelehre und weiche Materie" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPTP4	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theoretische Physik 4 - Quantenmechanik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics
<b>Empfohlen für:</b>	4. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erfassen die Grundbegriffe zur Beschreibung von physikalischen Systemen in der Quantenmechanik;</li> <li>- kennen das Konzept und den formalen Apparat der Quantenmechanik sowie typische Anwendungsbereiche;</li> <li>- können damit relevante einfache Sachverhalte bearbeiten.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementare Phänomene, Schrödingergleichung, Superpositionsprinzip, Zustände im Hilbertraum</li> <li>- Observable, Operatoren im Hilbertraum, Erwartungswert, Spektrum, Streuung, Zeitentwicklung, Unschärferelation</li> <li>- Eindimensionale Probleme</li> <li>- Theorie des Drehimpulses, Spin</li> <li>- Zentralpotentiale, Einführung in Streu- und Störungstheorie</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D.J. Griffiths "Introduction to Quantum Mechanics", Pearson Education 2005</li> <li>- F. Schwabl "Quantum mechanics" Springer 2008</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics" (4SWS)
	Übung "Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW1NUM	Pflicht

### Modultitel Numerische Methoden in der Physik

**Modultitel (englisch)** Numerical Methods in Physics

**Empfohlen für:** 4. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Numerische Methoden in der Physik" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 65 h Selbststudium = 110 h
- Übung "Numerische Methoden in der Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h

**Arbeitsaufwand** 6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

**Ziele** Vermittlung von grundlegenden numerischen Methoden zur Lösung von typischen Problemstellungen sowohl in der experimentellen als auch theoretischen Physik.

**Inhalt** Interpolations- und Extrapolationsverfahren; Sortierverfahren; Extremierungsalgorithmen; Lineare Algebra (Inversion von Matrizen, Eigenwertbestimmung); Lösungsverfahren für nichtlineare Gleichungen (Nullstellenbestimmung, Fixpunktsatz); numerische Differentiation und Integration; "Least Squares" Fitverfahren; ("Fast") Fouriertransformation; statistische Analysemethoden; Einführung in algebraische Computerprogramme

**Teilnahmevoraussetzungen** Elementare Programmierkenntnisse in C oder Fortran

**Literaturangabe** - W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, and B.P. Flannery, "Numerical Recipes 3rd Edition - The Art of Scientific Computing" (Cambridge University Press, Cambridge, 2007)

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Numerische Methoden in der Physik" (3SWS)
	Übung "Numerische Methoden in der Physik" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3SU1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Supraleitung I</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Superconductivity I
<b>Empfohlen für:</b>	4./6. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Supraleitung I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h</li> <li>• Übung "Supraleitung I" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. Physik</li> <li>• B.Sc. IPSP</li> <li>• Lehramt Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;</li> <li>- werden mit den wichtigsten Phänomenen der Supraleitung vertraut;</li> <li>- lernen typische Anwendungen der Supraleitung kennen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phänomenologie der Supraleiter vom Typ I und Typ II</li> <li>- Londonsche Theorie der Supraleitung</li> <li>- Ginzburg-Landau-Theorie</li> <li>- Problem der Verankerung von Flusslinien und ihre Bedeutung für Anwendungen</li> </ul> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D. R. Tilley and J. Tilley: Superfluidity and Superconductivity</li> <li>- M. Tinkham: Introduction to Superconductivity</li> <li>- R. P. Huebener: Magnetic Flux Structures in Superconductors</li> <li>- P. G. de Gennes: Superconductivity of Metals and Alloys</li> <li>- W. Buckel und R. Kleiner, Supraleitung</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Bearbeiten von vier Übungsblättern. Für die bewerteten Übungsblätter werden Punkte vergeben.  
Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte.*

Vorlesung "Supraleitung I" (2SWS)

Übung "Supraleitung I" (1SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPEP5	Pflicht

### Modultitel **Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik**

**Modultitel (englisch)** Experimental Physics 5 - Solid State Physics

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h

**Arbeitsaufwand** 7 LP = 210 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Festkörperphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus diesen Gebieten zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Festkörperphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben in diesen Gebieten argumentativ darzustellen und zu begründen.

**Inhalt**

- Drude-Modell: Freies Elektronengas, Hall-Effekt, Frequenzabhängige Leitfähigkeit, Optische Eigenschaften.
- Kristalle: Chemische Bindungen in Festkörpern, Kristallstrukturen, Bravaisgitter und Reziprokes Gitter, Beugungsmethoden.
- Gitterschwingungen: Klassische und Quantentheorie des Harmonischen Gitters, Phononen, Zustandsdichte, Thermische Eigenschaften, Elastische Konstanten, Spektroskopische Methoden.
- Leitungselektronen in Festkörpern: Blochsches Theorem, Quasi-freies Elektronen Modell, Bändermodell, Tight-Binding Modell, Elektrische und Thermische Eigenschaften, Magnetotransport-Phänomene, Grundlagen der Halbleiterphysik und Supraleitung.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- C. Kittel "Introduction to Solid State Physics" Wiley
- J. Sólyom "Fundamentals of the Physics of Solids (Vol. 1 and 2)" Springer
- G. Grosso and G. P. Parravicini "Solid State Physics" Academic Press
- Ashcroft, Mermin "Solid State Physics" Holt-Saunders Int. Ed.
- Ibach, Lüth "Solid-State Physics" Springer
- Duan, Guojun "Introduction to Condensed Matter Physics Vol. 1" World Scientific

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

## Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPPP	Pflicht

### Modultitel **Projektpraktikum**

Fachnahe Schlüsselqualifikation

### Modultitel (englisch) Project Oriented Course

Subject-related Key Qualification

### Empfohlen für: 5. Semester

### Verantwortlich Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik

### Dauer 1 Semester

### Modulturnus jedes Wintersemester

### Lehrformen • Praktikum "Projektpraktikum" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

### Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

### Verwendbarkeit - B.Sc. IPSP

### Ziele

Die Studierenden

- erwerben ein vertieftes Verständnis physikalischer Zusammenhänge;
- haben gelernt, physikalische Ideen technisch umzusetzen;
- können ein Projekt eigenständig planen und umsetzen;
- können Verlauf und Ergebnisse eines Projekts präsentieren;
- haben gelernt, im Team zu arbeiten und wissenschaftlich untereinander zu kommunizieren.

### Inhalt

Das Projektpraktikum kann in den Abteilungen der Institute Experimentalphysik I und II sowie des ITP, in einem externen Forschungsinstitut oder unter Nutzung der apparativen Ausstattung der Physikalischen Praktika durchgeführt werden. Themen für Projektpraktika werden durch Aushang oder auf den Internetseiten der beteiligten Institute angeboten. Projektpraktika können einzeln oder in Zweiergruppen durchgeführt werden.

Im Projektpraktikum erarbeiten die Studierenden in Rücksprache mit dem Betreuer einen individuellen Lösungsansatz sowie einen Zeitplan zur Durchführung der Experimente bzw. Berechnungen oder Simulationen. Die Ergebnisse werden in einer Präsentation den Abteilungsmitgliedern vorgestellt.

Das Praktikum setzt ein intensives Selbststudium voraus, damit die Aufgaben mit hoher Selbstständigkeit bearbeitet werden können.

Die Studierenden

- erhalten die Möglichkeit sich durch ein Praktikum eine individuelle Lernbiographie zuzulegen,
- erhalten die Möglichkeit ihre im Studium erlernten Kompetenzen anzuwenden und zu erweitern,
- erwerben eine erste Orientierung auf dem Arbeitsmarkt bzw. in forschenden Einrichtungen.

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme an den Modulen 12-PHY-BIPEP1 bis -BIPEP4 und 12-PHY-BIPTP1 bis -BIPTP4

**Literaturangabe** keine

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### **Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Referat 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Abschlussbericht am Ende des Praktikums</i>	
	Praktikum "Projektpraktikum" (10SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPT1	Wahlpflicht

### Modultitel **Quantenmechanik 2**

**Modultitel (englisch)** Quantum Mechanics 2

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Quantenmechanik 2" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 110 h
- Übung "Quantenmechanik 2" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 130 h

**Arbeitsaufwand** 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studierenden lernen fortgeschrittene Methoden und Themen der Quantenmechanik kennen.

**Inhalt** Zustandsraum, Grundbegriffe der Quanteninformation, Symmetrie und Invarianz, identische Teilchen, Streutheorie, Näherungsmethoden für gebundene Zustände, (zeitabhängige und zeitunabhängige Störungstheorie, Variationsmethoden)

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- A. Galindo, P. Pascual: Quantum Mechanics 1 & 2, Springer TMP, 1991;
- A. Peres: Quantum Theory: Concepts and Methods, Kluwer 1998;
- F. Schwabl: Advanced Quantum Mechanics, Springer, 2005

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Quantenmechanik 2" (4SWS)
	Übung "Quantenmechanik 2" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPTP5	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theoretische Physik 5 - Statistische Physik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Theoretical Physics 5 - Statistical Physics
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretical Physics 5 - Statistical Physics" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretical Physics 5 - Statistical Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- können die grundlegenden Begriffe der Thermodynamik und Statistischen Physik des Gleichgewichts mündlich und schriftlich darstellen und erläutern</li> <li>- können diese anwenden, um das Verhalten einfacher klassischer und quantenmechanischer Vielteilchensysteme im thermodynamischen Gleichgewicht zu untersuchen und vorherzusagen;</li> <li>- können einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten und lösen und ihr Vorgehen begründen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Begriffe und Hauptsätze der Thermodynamik, thermodynamische Potentiale, Gleichgewichtsbedingungen, ideale und reale Gase, Phasenübergänge</li> <li>- Grundgedanken der kinetischen Gastheorie, statistische Mechanik des Gleichgewichts, klassische und Quantensysteme, Näherungsmethoden</li> <li>- Einführung in die Quantenstatistik</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- C. Kittel and H. Kroemer, "Thermal Physics", 2nd ed., Freeman</li> <li>- M. Kardar, "Statistical Mechanics of Particles", Cambridge University Press, 2007</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Theoretical Physics 5 - Statistical Physics" (4SWS)
	Übung "Theoretical Physics 5 - Statistical Physics" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWEMB	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentelle Methoden der Biophysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Methods of Biophysics
<b>Empfohlen für:</b>	5./6. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Peter Debye Institutes für Physik der weichen Materie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	unregelmäßig
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentelle Methoden der Biophysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Experimentelle Methoden der Biophysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. IPSP</li> <li>• B.Sc. Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse über grundsätzliche physikalische Techniken, welche zur Analyse and Untersuchung von biologischen Systemen zum Einsatz kommen. Mit den erworbenen Kenntnissen erhalten die Studenten eine Einführung in den Aufbau biologischer Materie. Sie werden befähigt, Fachliteratur, in denen biophysikalische Techniken zur Anwendung kommen, zu verstehen, zu diskutieren und zu bewerten.</p> <p>Sie können eine Methode der Biophysik in einem Vortrag präsentieren und die dafür notwendige Literatur beschaffen, auswählen und einordnen.</p>
<b>Inhalt</b>	<p>Vorlesung:</p> <p>Ausgangspunkt der Vorlesung sind verschiedene Methoden der Biophysik zur Untersuchung der Struktur und Dynamik von biologischen Systemen und Prozessen. Die folgenden Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau von Zellen</li> <li>- Struktur und Dynamik von Biomolekülen</li> <li>- Herstellung und Separierung von biologischen Molekülen und Komplexen</li> <li>- Massenspektrometrie</li> <li>- Optische Spektroskopie (Absorptionsspektroskopie, Zirkulardichroismus, Fluoreszenzspektroskopie, Schwingungsspektroskopie)</li> <li>- Lichtmikroskopische Techniken</li> <li>- Kraftspektroskopie</li> <li>- Kernspinresonanzspektroskopie</li> <li>- Licht- und Röntgenstreuung</li> <li>- Verfahren zur Strukturbestimmung (Elektronenmikroskopie, Röntgenkristallographie)</li> <li>- Kalorimetrische Verfahren</li> <li>- Numerische Verfahren der Strukturmodellierung und Bioinformatik</li> </ul> <p>Seminar: Analysen von Publikationen und Präsentation zu ausgewählten Methoden.</p> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und</p>

Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- Igor Serdyuk, Nathan Zaccai & Joseph Zaccai: Methods in Molecular Biophysics (Cambridge University Press)
- Iain Campbell: Biophysical Techniques (Oxford University Press)
- R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019
- [https://biostat.wisc.edu/~kbroman/talks/giving\\_talks.pdf](https://biostat.wisc.edu/~kbroman/talks/giving_talks.pdf)

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (20 Min.)</i>	
	Vorlesung "Experimentelle Methoden der Biophysik" (2SWS)
	Seminar "Experimentelle Methoden der Biophysik" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWIOM2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Plasmaphysik und Dünne Schichten</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Plasma Physics, Thin Film Deposition and Characterization
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Sprecher/in der Abteilung Angewandte Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Plasmaphysik und Dünne Schichten" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Plasmaphysik und Dünne Schichten" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. International Physics Studies Program</li> <li>• B.Sc. Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erhalten einen Überblick über die Erzeugung von Plasmen und deren Wechselwirkung mit Oberflächen</li> <li>- lernen typische Anwendungen von Plasmen kennen und werden grundlegende Messmethoden fachgerecht anwenden</li> <li>- bekommen eine Einführung in moderne Verfahren der experimentellen Herstellung dünner Schichten</li> <li>- erschließen sich systematisch Grundprinzipien weiterführender Verfahren zur Charakterisierung von Oberflächen</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte der Plasmaphysik</li> <li>- Grundlagen der Plasmaphysik</li> <li>- Plasma-Wand-Wechselwirkung</li> <li>- Plasma- und Ionenquellen</li> <li>- Depositionstechnologien für Dünne Schichten</li> <li>- Physik dünner Schichten</li> <li>- Ausgewählte Verfahren der Oberflächen- und Dünnschichtanalytik</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- F.F. Chen, Plasma Physics and Controlled Fusion, Plenum Press, New York, 1984.</li> <li>- Lieberman, M.A., Lichtenberg, A.J.: "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", Wiley 1994</li> <li>- H. Bubert, H. Jenett (Eds.) "Surface and Thin Film Analysis, Principles, Instrumentation, Application", Wiley-VCH Verlag 2002</li> <li>- H. Ibach, "Physics of Surfaces and Interfaces", Springer, 2006</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

## Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Plasmaphysik und Dünne Schichten" (2SWS)
	Seminar "Plasmaphysik und Dünne Schichten" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWOFP1	Wahlpflicht

### Modultitel **Oberflächenphysik, Nanostrukturen und dünne Schichten**

**Modultitel (englisch)** Surface Physics, Nanostructures and Thin Films

**Empfohlen für:** 5./6. Semester

**Verantwortlich** Sprecher/in der Abteilung Oberflächenphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** unregelmäßig

**Lehrformen**

- Vorlesung "Physik von Oberflächen, Nanostrukturen und dünnen Schichten" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Funktionale Oberflächen, Nanostrukturen und dünne Schichten" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. International Physics Studies Program
- B.Sc. Physik

**Ziele** Nach aktiver Teilnahme am Modul besitzen die Studierenden einen umfassenden Überblick über die physikalischen Grundlagen von Oberflächen, Nanostrukturen und dünnen Schichten, sowie deren Anwendung in zukunftsweisenden Gebieten. Basierend darauf sind sie in der Lage, sich eigenständig in den genannten Gebieten anhand von Fachliteratur weiterzubilden, um letztendlich selbständig zu arbeiten. Im Rahmen des Seminars werden die Teilnehmer-(inn)en andererseits mit zentralen "soft skills" der Literaturrecherche, Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Vortrages und Präsentationstechniken vertraut gemacht.

**Inhalt** Vorlesung:

- Kristallstruktur, Thermodynamik, elektron. Eigenschaften von Oberflächen
- Oberflächenkinetik, Strukturbildung, Oberflächenreaktionen
- Funktionalisierung von Oberflächen und Wechselwirkung mit biologischen Zellen und Geweben, Biokompatibilität
- Präparation und Charakterisierung wohldefinierter Oberflächen
- Nanoclusters, -rods und -tubes, Synthese (Miniaturisierung - top-down-Verfahren, Printing / Selbstorganisation - bottom-up-Verfahren), Struktur, Thermodynamik, Kinetik, elektronische und magnetische Eigenschaften
- quantenmechanische Grundlagen niedrigdimensionaler Nanostrukturen
- funktionale Nanostrukturen für biologische und medizinische Anwendungen
- Physikalische Grundlagen dünner Schichten, Wachstumsmodi, Epitaxie, mechanische Spannungen in dünnen Schichten, ionen- und elektronenstrahlgestützte Verfahren der Synthese und Analyse, funktionale Dünnschichten

Seminar:

Begleitend zur Vorlesung werden Vorträge zu speziellen Themen aus dem Bereich der Anwendung funktionaler Oberflächen, dünner Schichten und Nanostrukturen vergeben. Der Fokus liegt dabei auf Anwendungen in den Bereichen Medizin, Energie und Informationsverarbeitung

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** H. Ibach, "Physics of Surfaces and Interfaces", Springer 2006  
B. Bushan, "Handbook of Nanotechnology", Springer, 2017

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.)</i>	
	Vorlesung "Physik von Oberflächen, Nanostrukturen und dünnen Schichten" (2SWS)
	Seminar "Funktionale Oberflächen, Nanostrukturen und dünne Schichten" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWQMAT	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Quantenmaterie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Quantum Matter
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Leiter Arbeitsgruppe Quantenoptik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Moderne Experimente der Atomphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Moderne Experimente der Atomphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. International Physics Studies Program</li> <li>• B.Sc. Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden lernen ein aktuelles Forschungsgebiet der physikalischen Institute kennen und erweitern bereits vorhandene Kenntnisse grundlegender physikalischer Konzepte der Quantenmechanik und Optik. Mit den erworbenen Kenntnissen werden die Studierenden befähigt, die Fachliteratur aus dem Bereich der modernen Atomphysik zu verstehen, zu diskutieren und zu bewerten. Sie können relevante Beispiele aus diesem Bereich in einem Vortrag präsentieren und die dafür notwendige Literatur beschaffen, auswählen und einordnen.
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden verschiedene Experimente der modernen Atomphysik besprochen, unter anderem aus den folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kühlen atomarer Gase auf wenige Nanokelvin</li> <li>- Atomare Bose-Einstein Kondensate und entartete Fermigase</li> <li>- BEC-BCS Crossover, Polaronen und Quanten-Thermodynamik</li> <li>- Atome in optischen Gittern: Quantensimulation von Bose-Hubbard Hamiltonians</li> <li>- Hybride Atom-Festkörper Systeme: Cavity-QED für grundlegende Tests der Quantenmechanik</li> <li>- Präzisionsmessungen mit atomaren Sensoren: Elektromagnetismus, Gravitation und fundamentale Konstanten</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (3 Wochen)</i>	
	Vorlesung "Moderne Experimente der Atomphysik" (2SWS)
	Seminar "Moderne Experimente der Atomphysik" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWQT1	Wahlpflicht

### Modultitel **Quantentechnologie 1**

**Modultitel (englisch)** Quantum Technology 1

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Felix Bloch Instituts

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Ionenstrahlen und ihr Einsatz in Materialanalyse und -modifikation" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Ionenstrahlen und ihr Einsatz in Materialanalyse und -modifikation" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. IPSP
- B.Sc. Physik
- Lehramt Physik

**Ziele**

Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Kurs in der Lage

- sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, eine aktuelle Anwendung von Ionenstrahlen in Wissenschaft und Technik selbstständig zu erschließen und in Form einer Präsentation darzustellen
- Methoden und Herausforderungen der Ionenstrahlentechnik zu erklären und zu bewerten
- das erlernte Wissen auf hypothetische Einsatzszenarien anzuwenden

**Inhalt**

In der Vorlesung werden Erzeugung und Anwendung von Ionenstrahlen behandelt. Im Bereich der Ionenimplantation werden dabei die klassischen Anwendungen im Bereich der Halbleitertechnik aufgezeigt und gleichzeitig die Grundlagen für das Verständnis der Anwendung von Ionenstrahlen zur Erzeugung quantenmechanischer Systeme gelegt.

Ein weiterer Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Vermittlung von Techniken der Ionenstrahlanalytik.

Themenkomplexe:  
Beschleunigertechnik, Interaktion von Ionen mit Materie, Ionenimplantation, Verfahren der Ionenstrahlanalyse

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Schatz/Weidinger "Nukleare Festkörperphysik" Teubner  
Demtröder "Experimentalphysik 4" Springer  
Weitere Literatur wird im Rahmen der Lehrveranstaltungen bekanntgegeben.

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (15 Min.)</i>	
	Vorlesung "Ionenstrahlen und ihr Einsatz in Materialanalyse und -modifikation" (2SWS)
	Seminar "Ionenstrahlen und ihr Einsatz in Materialanalyse und -modifikation" (1SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3CS1	Wahlpflicht

### Modultitel Einführung in die Computersimulation I

**Modultitel (englisch)** Introduction to Computer Simulation I

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Leiter der Abteilung Computer-orientierte Quantenfeldtheorie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Computersimulation I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Computersimulation I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP
- Lehramt Physik

**Ziele** Die Studierenden sind nach der aktiven Teilnahme am Modul in der Lage, die wesentlichen Konzepte und Methoden von Computersimulationen einzuordnen und unterschiedliche Lösungsstrategien zu analysieren. Sie kennen gängige Verfahren und deren Anwendung auf Beispiele aus der statistischen Physik. Die Studierenden können eigene Programmcodes für Modellprobleme erarbeiten, deren Leistungsfähigkeit testen und die Aussagekraft durch Vergleiche mit bekannten Grenzfällen überprüfen.

**Inhalt**

Molekulare Modellierung von Vielteilchensystemen:

- Grundbegriffe der Statistischen Physik (Statistische Gesamtheiten und Mittelwertbildung, Verteilungs- und Korrelationsfunktionen, thermodynamische Funktionen und Transportkoeffizienten)
- Computersimulationen von Vielteilchensystemen (Prinzipielle Methoden und Algorithmen, statistisch-mechanische Auswertungen)
- Molekulardynamik (MD) im NVE - Ensemble und mit Thermalisierung (NVT)
- Metropolis Monte-Carlo (MC)
- Auswertungen und Beziehung zum Experiment
- Anwendungen der MD- und MC-Methoden auf einfache Systeme

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- M.P. Allen and D.J. Tildesley, Computer simulation of liquids, Clarendon Press, Oxford, 1987.
- R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik - Grundlagen und Anwendungen, mit Kapitel von H.L. Vörtler, Abriss der Monte-Carlo-Methode, Vieweg, Wiesbaden, 1995

- D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations; From Algorithms to Applications, Academic Press, San Diego, London, 2002

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Computersimulation I" (2SWS)
	Übung "Computersimulation I" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3HL1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Halbleiterphysik I</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Semiconductors I
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Halbleiterphysik I: Physik der Halbleiter" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h</li> <li>• Übung "Halbleiterphysik I: Physik der Halbleiter" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 120 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. Physik</li> <li>- B.Sc. IPSP</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;</li> <li>- eignen sich die Grundlagen der Halbleiterphysik an.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Es werden die Grundlagen der Halbleiterphysik erklärt, u.a. Kristallaufbau, Gitterschwingungen, Bandstruktur, Dotierungen, Transportphänomene, Oberflächen, optische Eigenschaften, Ladungsträger-Rekombination und Heterostrukturen.</p> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- M. Grundmann, The Physics of Semiconductors, Springer</li> <li>- K. Seeger, Halbleiterphysik I und II, Vieweg und Teubner</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Zweiwöchentlich ausgegebene Hausaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Halbleiterphysik I: Physik der Halbleiter" (4SWS)
	Übung "Halbleiterphysik I: Physik der Halbleiter" (1SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3HL2	Wahlpflicht

### Modultitel **Praktikum Halbleiterphysik**

**Modultitel (englisch)** Laboratory Work in Semiconductors

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Sprecher der Abteilung Halbleiterphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Praktikum "HLP-Praktikum" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**  
- B.Sc. Physik  
- B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studierenden  
- erwerben theoretische und experimentelle Kenntnisse über grundlegende Herstellungs- und Charakterisierungsmethoden der modernen Halbleiterphysik;  
- können Standardmethoden der experimentellen Halbleiterphysik selbständig anwenden und bewerten;  
- lernen, sich in Halbleiter-physikalische Aufgabenstellungen einzuarbeiten, diese kreativ umzusetzen und die gewonnenen Resultate zu präsentieren und zu verteidigen.

**Inhalt** Das Modul begleitet das Modul Halbleiterphysik I. Es werden Experimente an modernen Apparaturen der Arbeitsgruppe Halbleiterphysik durchgeführt, die auch im täglichen Einsatz in aktuellen Forschungsprojekten verwendet werden.

Das Modul baut auf den im Bachelorstudium gewonnenen Kompetenzen zur praktischen Durchführung von Versuchen auf und ergänzt die Ausbildung im Wahlpflichtfach Halbleiterphysik im Bachelor- und Masterstudiengang.

Die Studenten führen pro Semester 8 vorgegebene Versuche nach vorgegebenem Zeitplan durch.

Das Praktikum HLP (I) umfasst die Züchtung dünner Filme (Pulsed Laser Deposition) und grundlegende Charakterisierungsmethoden der modernen Halbleiterforschung zur Struktur (SEM, RHEED, XRD), dem elektrischen Transport (Halleffekt), der strahlenden Rekombination (Photolumineszenz), zur dielektrischen Funktion (Ellipsometrie) und zu ferroischen Eigenschaften (ferroelektrische und magnetische Hysteresen).

Die Vorbereitung auf die Versuche erfolgt in Eigenarbeit an Hand der ausführlichen Skripte. Die Versuche werden unter Anleitung eines Betreuers durchgeführt. Die Versuchsauswertung erfolgt durch ein vorzulegendes Protokoll mit mündlichem Testat, die jeweils benotet werden.

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine; Der Besuch der Vorlesung des Moduls Halbleiterphysik I ist empfehlenswert.

**Literaturangabe** - M. Grundmann: The Physics of Semiconductors, An Introduction including Devices and Nanophysics  
Springer, Heidelberg, 2006; Revised and extended 2nd edition 2009.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

### **Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung (8 Versuche, 4 Protokolle, 8 Abtestate), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "HLP-Praktikum" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3MO1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Einführung in die Photonik I</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Introduction to Photonics I
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Einführung in die Photonik I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Übung "Einführung in die Photonik I" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. Physik</li> <li>• B.Sc. IPSP</li> <li>• Lehramt Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erhalten eine vertiefende Einführung in Prinzipien der Optik</li> <li>- erlernen spezielle Rechenmethoden der Optik</li> <li>- erhalten einen Überblick zur Manipulation von Licht mit Hilfe aktiver optischer Bauelemente</li> <li>- erhalten einen Einblick in die Eigenschaften einzelner Photonen und deren Präparation</li> <li>- erlernen die Grundzüge der Quantenoptik und Quantenkryptographie</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Im Kurs werden vertiefende Kenntnisse zur Strahlen-, Wellen- und elektromagnetischen Optik vermittelt. Speziell werden aktive optische Bauelemente wie z.B. aus den Bereichen der Elektro- und Akustooptik erläutert. Weiterhin soll in das Gebiet der Photonenoptik eingeführt und Probleme der Photonenstatistik, der Einzelphotonenquellen und der Quantenoptik/Quantenkryptographie erläutert werden.</p> <p>Im Seminar werden konkrete Rechenbeispiele aus aktuellen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Photonik besprochen und die experimentelle Realisation verschiedener Messverfahren beispielhaft erläutert.</p> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B. E. A. Saleh / M. C. Teich: Fundamentals of Photonics, Wiley</li> <li>- D. Meschede: Optics, Light and Lasers: The Practical Approach to Modern Aspects of Photonics and Laser Physics, Wiley-VCH</li> <li>- L. Mandel / E. Wolf: Optical Coherence and Quantum Optics, Cambridge University Press</li> </ul>

- E. Hecht: Optics, Addison-Wesley

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Einführung in die Photonik I" (2SWS)
	Übung "Einführung in die Photonik I" (1SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3MQ1	Wahlpflicht

### Modultitel **Spinresonanz I**

**Modultitel (englisch)** Spin Resonance I

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Spinresonanz I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Spinresonanz I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

**Ziele**

Die Studierenden

- eignen sich grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Spinresonanz an,
- lernen die Grundlagen der Quantentheorie der Spinresonanz
- lernen Grundlagen des experimentellen Nachweises

**Inhalt**

- Dirac-Formulierung der Quantentheorie der Spinresonanz
- Dichteoperator-Formalismus für Spinresonanz
- Grundlagen Hochfrequenz-Messtechnik
- Elektronischer Nachweis und digitale Aufzeichnung rauschnaher Hochfrequenz-Signale

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- Slichter, C.P. Principles of Magnetic Resonance
- M. H. Levitt, Spin Dynamics

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Spinresonanz I" (2SWS)
	Übung "Spinresonanz I" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3QN1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Quantenphysik von Nanostrukturen</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Quantum Physics of Nanostructures
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Quantenphysik von Nanostrukturen" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Quantenphysik von Nanostrukturen" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. Physik</li> <li>• B.Sc. IPSP</li> <li>• M.Sc. Physik</li> <li>• M.Sc. IPSP</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden lernen die wesentlichen Konzepte und die theoretische Beschreibung von Quanteneffekten auf der Nanoskala kennen.
<b>Inhalt</b>	<p>Wesentliche Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantendrähte und Quantenpunkte</li> <li>- Quanteninterferenz</li> <li>- Dephasierung, d.h. Übergang von quantenmechanischem zu klassischem Verhalten</li> <li>- Aharonov-Bohm Effekt und persistente Ströme</li> <li>- Graphen</li> <li>- Quanten-Hall Effekt</li> <li>- Mesoskopische Supraleitung</li> </ul> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<p>Y. Imry, Introduction to mesoscopic physics, Oxford University Press  T. Ihn, Semiconductor Nanostructures, Oxford University Press  E. Akkermans and G. Montambaux, Mesoscopic Physics of Electrons and Photons, Cambridge University Press  Y.V. Nazarov and Y.M. Blanter, Quantum Transport: Introduction to Nanoscience, Cambridge University Press</p>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Referat 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Quantenphysik von Nanostrukturen" (3SWS)
	Übung "Quantenphysik von Nanostrukturen" (1SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3XAS1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Astrophysik I - Sternenphysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Astrophysics I - Stellar Physics
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Dekan/in der Fakultät für Physik und Geowissenschaften in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landessternwarte Tautenburg
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Astrophysik I - Sternenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Astrophysik I - Sternenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. Physik</li> <li>• B.Sc. IPSP</li> <li>• Lehramt Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eignen sich grundlegende physikalische Kenntnisse über Aufbau und Entwicklung der Sterne an,</li> <li>- lernen moderne astronomische Beobachtungsmethoden kennen und einzuschätzen,</li> <li>- erschließen sich ein aktuelles Forschungsgebiet.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beobachtbare physikalische Eigenschaften von Sternen</li> <li>- Theorie des Sternaufbaus und der Sternentwicklung</li> <li>- Eigenschaften der stellaren Endstadien</li> <li>- Szenario der Entstehung von Sternen und Planetensystemen</li> </ul> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B.W. Carroll, D.A. Ostlie, An Introduction to Modern Astrophysics, Pearson 2007</li> <li>- J. Bennett et al., Astronomie - Die kosmische Perspektive, Pearson 2009</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.)</i>	
	Vorlesung "Astrophysik I - Sternenphysik" (2SWS)
	Seminar "Astrophysik I - Sternenphysik" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPKT	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Kern- und Teilchenphysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Nuclear and Elementary Particle Physics
<b>Empfohlen für:</b>	6. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Kern- und Teilchenphysik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Kern- und Teilchenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. IPSP
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Kernphysik und Elementarteilchenphysik</li> <li>- sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen;</li> <li>- können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Kernphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kerneigenschaften, Kernkräfte und Kernstrukturmodelle. Kernreaktionen und -zerfälle, Anwendungen in der nuklearen Festkörperphysik</li> </ul> <p>Elementarteilchenphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementarteilchen, Prozesse, Symmetrien. Beschleuniger und Nachweismethoden. Starke, Elektromagnetische, Schwache Wechselwirkung.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D. Halliday, K. S. Krane: Introductory Nuclear Physics</li> <li>- D. J. Griffiths: Introduction to Elementary Particles</li> <li>- B. R. Martin: Nuclear and Particle Physics</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Kern- und Teilchenphysik" (4SWS)

Übung "Kern- und Teilchenphysik" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIPT2	Wahlpflicht

### Modultitel **Statistische Physik 2**

**Modultitel (englisch)** Statistical Physics 2

**Empfohlen für:** 6. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Statistische Physik 2" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 110 h
- Übung "Statistische Physik 2" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 130 h

**Arbeitsaufwand** 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studierenden lernen fortgeschrittene Methoden und Themen der Statistischen Mechanik kennen.

**Inhalt** Begriffliche Vertiefung und relevante Beispiele der Gleichgewichts-Statistischen Mechanik, kritische Phänomene und Renormierungsgruppe, Thermodynamik und Statistische Mechanik des Nichtgleichgewichts

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** - Mehran Kardar: Statistical Physics of Particles; Statistical Physics of Fields, (Cambridge)

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Statistische Physik 2" (4SWS)
	Übung "Statistische Physik 2" (2SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWIOM3	Wahlpflicht

### Modultitel **Mikrostrukturelle Charakterisierung**

**Modultitel (englisch)** Microstructural Characterization

**Empfohlen für:** 6. Semester

**Verantwortlich** Leiter der Abteilung Angewandte Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Mikrostrukturelle Charakterisierung mit Elektronen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Fortgeschrittene Techniken der Elektronenmikroskopie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. International Physics Studies Program
- B.Sc. Physik

**Ziele** Die Studierenden erwerben Kenntnisse über wissenschaftliche Analysemethoden (basierend auf elektronenmikroskopischen Techniken), welche bei der Mikro- und Nanostrukturcharakterisierung von Materialien zum Einsatz kommen. Mit dem erworbenen Wissen sind die Studenten in der Lage, optimale Analyseverfahren für die strukturelle und chemische Charakterisierung komplexer Materialien zu bestimmen. Sie vertiefen ihre Kenntnisse durch einen Vortrag im Rahmen eines Seminars und durch die Demonstration verschiedener Techniken an wissenschaftlichen Geräten.

**Inhalt** Grundlagen der Transmissions- und Rasterelektronenmikroskopie (Aufbau, e-Quellen, e-Optik, Auflösung); Probenvorbereitung (Konventionelle, FIB); Analyseverfahren (Abbildung, Beugung, Bildsimulation); Analytische Elektronenmikroskopie (EDX, EELS); Beispiele aus eigener Forschung

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- D. Brandon and W.D. Kaplan, Microstructural Characterization of Materials, 2nd Edition, John Willey and Sons Ltd., 2008
- R.F. Egerton, Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM, Springer International Publishing, 2016
- D.B Willams and C.B. Carter, Transmission electron microscopy: A Textbook for Materials Science, Plenum Publishing Corporation, 2009
- J.M. Zhou, J.C.H. Spence, Advanced Transmission Electron Microscopy: Imaging and Diffraction in Nanoscience, Springer-Verlag New York, 2017

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (25 Min.)</i>	
	Vorlesung "Mikrostrukturelle Charakterisierung mit Elektronen" (2SWS)
	Seminar "Fortgeschrittene Techniken der Elektronenmikroskopie" (1SWS)

## Bachelor of Science International Physics Studies Program

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWQTPR	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Quantentechnologie - Praktikum</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Quantum Technology - Lab Course
<b>Empfohlen für:</b>	6. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Leiter Arbeitsgruppe Angewandte Quantensysteme
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Quantentechnologie Praktikum" (2,7 SWS) = 40 h Präsenzzeit und 110 h Selbststudium = 150 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. International Physics Studies Program</li> <li>• B.Sc. Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Kurs in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ionenstrahlanalytik, –modifikation und optische Messmethoden selbstständig anzuwenden</li> <li>- aus physikalischen Messungen Zusammenhänge zu erkennen, in einer zusammenhängenden Arbeit zu diskutieren sowie in Form einer Präsentation darzustellen</li> <li>- sich dazu in der Gruppe zu organisieren und Aufgaben zu koordinieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Der Schwerpunkt des Praktikums liegt in Versuchen zum Vertiefen des in den zugeordneten Vorlesungen erworbenen Wissens durch praktische Anwendung. Dazu wird den Studenten Material zur Verfügung gestellt das zur vorbereitenden Einarbeitung auf die Versuche im Bereich Ionenstrahlung und Optik an Defektzentren dient. Nachgelagert findet außerdem eine tiefere Einführung in die zur Auswertung erforderlichen Messprogramme statt.</p> <p>Themenkomplexe:          Beschleunigertechnik, Interaktion von Ionen mit Materie, Ionenimplantation, Verfahren der Ionenstrahlanalyse und Modifikation, Verfahren zur Erzeugung und Charakterisierung von einzelnen Defektzentren, Konfokalmikroskopie</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme am Modul 12-PHY-BMWQT1
<b>Literaturangabe</b>	Schatz/Weidinger "Nukleare Festkörperphysik" Teubner Demtröder "Experimentalphysik 4" Springer Vorbereitungsunterlagen des Lehrstuhls NFP
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (3 Wochen), mit Wichtung: 1</b>
---

<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung</i>
--

Praktikum "Quantentechnologie Praktikum" (2,7SWS)
---