

## Pflichtmodule

### PHY.08361.01 - Device fabrication lab course

PHY.08361.01		5 CP
<b>Modulbezeichnung</b>	Device fabrication lab course	
<b>Modulcode</b>	PHY.08361.01	
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>		
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>	
<b>Modulverantwortliche/r</b>		
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	NN (Nachfolge Leipner)	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>		
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Im Rahmen von Vorlesung und zugehörigem Praktikum erlernen die Studierenden den konkreten Umgang mit Geräten in Reinraumumgebung. Hierbei lernen die Studierenden in der Vorlesung die verschiedenen notwendigen Schritten zunächst theoretisch kennen und verstehen, anschließend im Praktikum auch die Durchführung direkt am Gerät. Hierdurch erlangen die Studierenden Kompetenz im Umgang mit verschiedenen Geräten für die Halbleiterprozessierung (UV-Lithographie, Spin-Coater, Aufdampfanlage, Spitzenmessplatz).</p>	
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenreinigung</li> <li>- Einführung in das Belacken</li> <li>- Lackdickenmessung mittels Ellipsometrie und/oder Profilometer</li> <li>- Einführung in die UV-Lithographie</li> <li>- Aufdampfverfahren</li> <li>- Lift-Off</li> <li>- Optische Mikroskopie</li> <li>- Elektrische Charakterisierung</li> </ul> </li> <li>Praktische Anwendung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nasschemische Reinigung</li> <li>- Bedienung von Lackschleuder und Heizplatte</li> <li>- Ellipsometrie an Lackschichten</li> <li>- UV-Lithographie mit dem Kontaktbelichter und Entwicklung</li> <li>- Thermisches Verdampfen</li> <li>- Lift-Off im Lösungsmittel</li> <li>- Ergebnisprüfung im optischen Mikroskop</li> <li>- Elektrische Messung mit dem Spitzenmessplatz</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (2 SWS) Praktikum (2 SWS) Kursus	
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch	
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester	
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Wintersemester	
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt	
<b>Prüfungsebene</b>		
<b>Credit-Points</b>	5 CP	
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %.	
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1	
Prüfung	Prüfungsvorleistung	Prüfungsform

Prüfung		Prüfungsvorleistung			Prüfungsform			
<b>LV 1</b>								
<b>LV 2</b>								
<b>LV 3</b>								
<b>Gesamtmodul</b>					Praktikumsprotokolle			
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveran- staltung	Lehrveranstaltu- ngsform	Veranstaltungs- titel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung		2				0
<b>LV 2</b>	Praktikum	Laborpraktikum		2				0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						150		150
<b>Workload Modul insgesamt</b>								150

## PHY.08358.01 - Semiconductor devices

PHY.08358.01									5 CP
<b>Modulbezeichnung</b>	Semiconductor devices								
<b>Modulcode</b>	PHY.08358.01								
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>									
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>								
<b>Modulverantwortliche/r</b>									
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn								
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>									
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlegendes Wissen über Halbleiter, Bandstruktur und Dotierung</li> <li>Verständnis für Konzepte wie p/n-Übergang, Raumladungszone, und Heterostrukturen</li> <li>Verständnis verschiedener Diodentypen (p/n-Diode, Schottkydiode)</li> <li>Verständnis grundlegender Halbleiterbauelemente wie Bipolartransistor, JFET, MOSFET</li> </ul>								
<b>Modulinhalte</b>	Direkte und indirekte Halbleiter, Bandstruktur <ul style="list-style-type: none"> <li>Dotierung</li> <li>p/n-Übergang und -Dioden</li> <li>Schottkykontakte- und Dioden</li> <li>MOS-Übergänge</li> <li>Heteroübergänge</li> <li>MOS- und MISFETs</li> <li>Bipolartransistoren</li> <li>Junction FETs</li> <li>Herstellungskonzepte</li> </ul>								
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (2 SWS) Seminar (2 SWS) Kursus								
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch								
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester								
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Sommersemester								
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt								
<b>Prüfungsebene</b>									
<b>Credit-Points</b>	5 CP								
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %.								
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1								
Prüfung	Prüfungsvorleistung			Prüfungsform					
<b>LV 1</b>									
<b>LV 2</b>									
<b>LV 3</b>									
<b>Gesamtmodul</b>	mündl. Prüfung oder Klausur								
<b>Wiederholungsprüfung</b>									
Modulveran- staltung	Lehrveranstaltu- ngsform	Veranstaltungs- titel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor-/ Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe	
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung		2					0
<b>LV 2</b>	Seminar	Seminar		2					0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium							0

---

Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>Workload modulbezogen</b>							150	150
<b>Workload Modul insgesamt</b>								150

---

## CHE.08360.01 - Chemical aspects in nanotechnology

CHE.08360.01

5 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Chemical aspects in nanotechnology
<b>Modulcode</b>	CHE.08360.01
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Prof. Dr. Wouter Maijenburg
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sollen Kenntnisse in verschiedenen Bereichen chemischer Prozesse, die für die Herstellung von Nanostrukturen notwendig sind, erwerben, sowohl aus der anorganischen Chemie im Bereich der Ätzprozesse und Elektrodeposition als auch aus der organischen Chemie im Bereich der Resistchemie und Lithographie.</li> <li>Zusätzlich erlernen die Studierenden (übergreifend) die Chemie der Halbleiterdeposition aus der Gasphase.</li> </ul>

### Modulinhalte

- Grundlagen der anorganischen Chemie
- Löslichkeit, Komplexbildung, nasschemisches Ätzen
- Gleichgewichtsreaktionen, Gasphasenabscheidung, reaktions- und diffusionslimitiertes Wachstum
- Gasphasenreaktionen, Bildung flüchtiger Verbindungen und Reposition bei trockenchemischen Ätzprozessen
- Redoxreaktionen und elektrochemische Abscheidung aus der Lösung

<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (2 SWS) Seminar (2 SWS) Kursus								
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch								
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester								
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Wintersemester								
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt								
<b>Prüfungsebene</b>									
<b>Credit-Points</b>	5 CP								
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %.								
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1								
Prüfung	Prüfungsvorleistung			Prüfungsform					
<b>LV 1</b>									
<b>LV 2</b>									
<b>LV 3</b>									
<b>Gesamtmodul</b>	mündl. Prüfung oder Klausur, Seminarvortrag								
<b>Wiederholungsprüfung</b>									
Modulveran- staltung	Lehrveranstaltu- ngsform	Veranstaltungs- titel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe	
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung		2					0
<b>LV 2</b>	Seminar	Projektseminar		2					0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium							0
<b>Workload modulbezogen</b>							150		150

---

Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>Workload Modul insgesamt</b>								<b>150</b>

---

## PHY.08362.01 - Advanced nanostructure fabrication

PHY.08362.01	5 CP
<b>Modulbezeichnung</b>	Advanced nanostructure fabrication
<b>Modulcode</b>	PHY.08362.01
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	NN (Habilitand)
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Die Studierenden sollen im Rahmen der Vorlesung einen breiten Überblick über verschiedene Reinraumtechnologien erhalten, die zur Herstellung von Nanostrukturen notwendig sind.</p> <p>Hierbei erlernen sie neben den bei der ULSI Fertigung zum Einsatz kommenden Verfahren auch alternative Verfahren.</p> <p>Die Studierenden lernen neben der reinen Funktionsweise der Verfahren auch die Limitierungen und Artefakte der verschiedenen Prozesse korrekt einzuschätzen und bei der Prozessplanung zu berücksichtigen.</p> <p>Im Rahmen des Projektseminars erlernen die Studierenden basierend auf den erhaltenen Informationen Prozesse selber zu planen, und ihre Durchführbarkeit zu überprüfen.</p>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bauelementkonzepte und Ziele der Strukturierung</li> <li>Dünnschichtdeposition</li> </ul> <p>- Sputtern - Epitaxie - Aufdampfverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ätzverfahren</li> </ul> <p>- Nasschemisches Ätzen - Trockenchemisches Ätzverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lithographie</li> </ul> <p>- Grundlagen (positiv/negativ Lithographie) - UV-Lithographie, Kontaktlithographie, Maskenlose Lithographie, Projektionslithographie - Extreme UV Lithographie - Elektronenstrahlolithographie - Design-Rules und Proximitykorrektur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alternative Lithographieverfahren</li> </ul> <p>- Nanoimprintlithographie - Microcontact printing</p>
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (2 SWS) Seminar (2 SWS) Kursus
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Sommersemester
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
<b>Prüfungsebene</b>	
<b>Credit-Points</b>	5 CP
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %.
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1

Prüfung		Prüfungsvorleistung			Prüfungsform			
<b>LV 1</b>								
<b>LV 2</b>								
<b>LV 3</b>								
<b>Gesamtmodul</b>					mündl. Prüfung oder Klausur			
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveran- staltung	Lehrveranstaltu- ngsform	Veranstaltung- titel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung		2				0
<b>LV 2</b>	Seminar	Projektseminar		2				0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						150		150
<b>Workload Modul insgesamt</b>								150



## PHY.08357.01 - Abschlussmodul (Bachelorarbeit Physik und Nanotechnologie 180 LP)

PHY.08357.01									10 CP
<b>Modulbezeichnung</b>	Abschlussmodul (Bachelorarbeit Physik und Nanotechnologie 180 LP)								
<b>Modulcode</b>	PHY.08357.01								
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>									
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>								
<b>Modulverantwortliche/r</b>									
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Hochschullehrer des Instituts für Physik								
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	mindestens 100 LP müssen erreicht sein								
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mündliche und schriftliche Präsentationstechniken</li> <li>eigenverantwortliches Erarbeiten von Spezialwissen</li> </ul>								
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schriftliche Darstellung des Projekts in einer Bachelorarbeit und Präsentation in einem Kolloquium (Vortrag mit Diskussion)</li> </ul>								
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Selbständige betreute Arbeit Kolloquium								
<b>Unterrichtssprachen</b>	Deutsch, Englisch								
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester								
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Semester								
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt								
<b>Prüfungsebene</b>									
<b>Credit-Points</b>	10 CP								
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %.								
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1								
Prüfung	Prüfungsvorleistung			Prüfungsform					
<b>LV 1</b>									
<b>LV 2</b>									
<b>Gesamtmodul</b>	Bachelorarbeit, Kolloquium (mündliche Leistung)								
<b>Wiederholungsprüfung</b>									
Modulveran- staltung	Lehrveranstaltu- ngsform	Veranstaltungs- titel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor-/ Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe	
LV 1	Selbständige betreute Arbeit	Bachelorarbeit							0
LV 2	Kolloquium	Kolloquium (Vorbereitung und Durchführung der mündlichen Leistung)							0
<b>Workload modulbezogen</b>							300		300
<b>Workload Modul insgesamt</b>									300

## PHY.08359.01 - Advanced CMOS technology

PHY.08359.01									5 CP
<b>Modulbezeichnung</b>	Advanced CMOS technology								
<b>Modulcode</b>	PHY.08359.01								
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>									
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>								
<b>Modulverantwortliche/r</b>									
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	NN								
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>									
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ein Verständnis für den grundlegenden Aufbau und die Funktion integrierter CMOS Schaltungen entwickeln.</li> <li>Die Bedeutung und Definition der Technology nodes und der verschiedenen Leistungskriterien moderner CMOS Schaltungen begreifen.</li> <li>Die verschiedenen notwendigen Fertigungsschritte kennenlernen und verstehen.</li> <li>Neue aktuelle Weiterentwicklungen im Materialbereich wie Silicon on insulator, strained silicon oder silicon germanium kennenlernen und die entsprechenden Vorteile verstehen.</li> <li>Weitere Neuentwicklungen wie FinFETs und ähnliche im Kontext der aktuellen Hochintegration verstehen und einordnen.</li> </ul>								
<b>Modulinhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Grundlegende Begriffe der CMOS Technologie, Technology nodes, Flächenbedarf</li> <li>Aufbau und Bestandteile von Standard CMOS-Schaltungen</li> <li>Ablauf des Fertigungsprozesses für VLSI Schaltungen, Prozessbeispiele</li> <li>Silicon on insulator Technologie</li> <li>Vorteile und Nutzung von strained silicon und silicon germanium</li> <li>Entwicklung von planarer Technologie zu 3D MOSFETs (FinFET Technologie)</li> </ol>								
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (2 SWS) Seminar (1 SWS) Kursus								
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch								
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester								
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Wintersemester								
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt								
<b>Prüfungsebene</b>									
<b>Credit-Points</b>	5 CP								
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %.								
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1								
Prüfung	Prüfungsvorleistung				Prüfungsform				
<b>LV 1</b>									
<b>LV 2</b>									
<b>LV 3</b>									
<b>Gesamtmodul</b>	mündl. Prüfung oder Klausur								
<b>Wiederholungsprüfung</b>									
Modulveran- staltung	Lehrveranstaltu- ngsform	Veranstaltungs- titel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe	
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung		2					0
<b>LV 2</b>	Seminar	Projektseminar		1					0

Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						150		150
<b>Workload Modul insgesamt</b>								150

## PHY.06804.01 - Experimentalphysik C

PHY.06804.01

13 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Experimentalphysik C
<b>Modulcode</b>	PHY.06804.01
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Prof. Dr. Georg Schmidt
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der grundlegenden Experimente und Verständnis der theoretischen</li> </ul> <p>Konzepte zu strukturellen, optischen und elektronischen Eigenschaften von Festkörpern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, Messergebnisse anhand der relevanten Modellvorstellungen zu erklären und</li> </ul> <p>deren Variationen vorherzusagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis und Verständnis der Thermodynamik, Struktur und Kinetik von weicher kondensierter Materie</li> <li>• Fähigkeit, das Verhalten von "weichen" Materialien im täglichen Leben auf molekularer Basis zu</li> </ul> <p>verstehen und zu erklären</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung einfacher theoretischer Konzepte zur Vorhersage physikalischer Eigenschaften von</li> </ul> <p>kondensierter Materie</p>
<b>Modulinhalte</b>	<p>Festkörperphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Bindung und Wechselwirkungen in kondensierter Materie</li> <li>• Kristallgitter und Einheitszelle, reziprokes Gitter, Brillouinonen, Beugung (Streubedingungen, Strukturanalyse)</li> <li>• Dynamik des Kristallgitters: Phononen, akustische und optische Phononen, Zustandsdichte und spezifische Wärme</li> <li>• Elektronen im Festkörper: Bändermodell, fast freie und stark gebundene Elektronen, Fermi-Gas-Modell, Bloch-Wellen, effektive Masse, Halbleiter (Dotierung, Löcher, pn-Übergang, Bauelemente)</li> <li>• Transportphänomene: elektronischer Transport, Drude-Modell, Wärmetransport, Diffusion in Flüssigkeiten, Hall-Effekt</li> <li>• Magnetismus: Einführung Dia-, Para- und Ferromagnetismus</li> </ul> <p>Vertiefende Festkörperphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supraleitung</li> <li>• dielektrische Festkörper: Farbzentren, Ferro-/Piezoelektrizität</li> </ul> <p>Soft condensed matter physics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure and (thermo)dynamics of liquids (existence, phase transitions, diffusion, glass transition)</li> <li>• Liquid crystals (classification, structures and defects, phase transitions,</li> </ul>

- elastic properties and LC displays)
- Surfactants: supramolecular structures and self-organization (micelles and membranes)
- Colloids: Brownian motion, forces between colloids, colloidal phase transitions and glass transition
- Polymers: conformation, ideal and real chains, rubber elasticity, introduction to semicrystalline polymers

<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (4 SWS) Seminar (2 SWS) Kursus Seminar (1 SWS) Vorlesung (3 SWS) Seminar (1 SWS) Kursus		
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch		
<b>Dauer in Semestern</b>	2 Semester Semester		
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Wintersemester		
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt		
<b>Prüfungsebene</b>			
<b>Credit-Points</b>	13 CP		
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %; LV 4: %; LV 5: %; LV 6: %; LV 7: %.		
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1		
Prüfung	Prüfungsvorleistung	Prüfungsform	
<b>LV 1</b>			
<b>LV 2</b>			
<b>LV 3</b>			
<b>LV 4</b>			
<b>LV 5</b>			
<b>LV 6</b>			
<b>LV 7</b>			
<b>Gesamtmodul</b>	Klausur Festkörperphysik, Klausur Soft condensed matter physics	mündliche Prüfung	
<b>Wiederholungsprüfung</b>			
Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS
			Workload Präsenz
			Workload Vor- / Nachbereitung
			Workload selbstgestaltete Arbeit
			Workload Prüfung incl. Vorbereitung
			Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung Festkörperphysik	4
<b>LV 2</b>	Seminar	Projektseminar Festkörperphysik	2
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium	
<b>LV 4</b>	Seminar	Projektseminar Vertiefende Festkörperphysik	1
<b>LV 5</b>	Vorlesung	Vorlesung Soft condensed matter physics	3
<b>LV 6</b>	Seminar	Projektseminar Soft condensed matter physics	1
<b>LV 7</b>	Kursus	Selbststudium	
<b>Workload modulbezogen</b>			390
<b>Workload Modul insgesamt</b>			390

## PHY.06803.01 - Computational Physics

PHY.06803.01

5 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Computational Physics
<b>Modulcode</b>	PHY.06803.01
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informatik (MA120 LP) (Master) &gt; Informatik InformatikMA120, Akkreditierungsfassung gültig ab SoSe 2023 &gt; Physik</li> <li>• Informatik (MA120 LP) (Master) &gt; Informatik InformatikMA120, Akkreditierungsfassung (WS 2016/17 - WS 2022/23) &gt; Physik</li> <li>• Mathematik (180 LP) (Bachelor) &gt; Mathematik Mathematik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Anwendungsfach Physik</li> <li>• Mathematik (180 LP) (Bachelor) &gt; Mathematik Mathematik180, Akkreditierungsfassung (WS 2013/14 - SS 2022) &gt; Anwendungsfach Physik</li> <li>• Mathematik (MA120 LP) (Master) &gt; Mathematik MathematikMA120, Akkreditierungsfassung (WS 2013/14 - SoSe 2023) &gt; Anwendungsfach Physik</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	PD Dr. Viktor Ivanov
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis und Verständnis grundlegender Konzepte zur Lösung physikalischer Fragestellungen, insbesondere zur Berechnung theoretischer Vorhersagen, mit Hilfe von numerischen Methoden</li> <li>• Fähigkeit, gegebene mathematisch-theoretische Zusammenhänge in algorithmische Form umzusetzen sowie Umgang mit Informationstechnologien und Programmierung, v.a. Fähigkeit, physikalische Vorgänge und Messergebnisse auf dem Computer nachzuvollziehen</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung einer modernen Programmiersprache</li> <li>• grundlegende numerisch-mathematische Methoden zur Datenbehandlung</li> <li>• Lösung von Gleichungssystemen und Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen</li> <li>• Fourier-Transformation und Faltung</li> <li>• deterministisches Chaos und deterministischer Zufall</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (2 SWS) Seminar (2 SWS) Kursus
<b>Unterrichtssprachen</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Wintersemester
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
<b>Prüfungsebene</b>	
<b>Credit-Points</b>	5 CP

<b>Modulabschlussnote</b>		LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %.						
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>		1						
<b>Hinweise</b>		Für dieses Modul werden grundlegende Programmierkenntnisse auf Abiturniveau vorausgesetzt. Diese müssen, wenn nicht vorhanden, entweder im Selbststudium oder durch Belegen des ASQ-Moduls 'Einführung in die Programmierung für Physiker' im 1. oder 2. Semester erworben werden.						
Prüfung		Prüfungsvorleistung			Prüfungsform			
<b>LV 1</b>								
<b>LV 2</b>								
<b>LV 3</b>								
<b>Gesamtmodul</b>		Vorbereitung und Präsentation von Programmieraufgaben			Klausur			
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveran- staltung	Lehrveranstaltu- ngsform	Veranstaltungsti- tel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor-/ Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung Computational Physics		2				0
<b>LV 2</b>	Seminar	Projektseminar		2				0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						150		150
<b>Workload Modul insgesamt</b>								150

## PHY.06805.02 - Fortgeschrittenenpraktikum

PHY.06805.02

6 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Fortgeschrittenenpraktikum
<b>Modulcode</b>	PHY.06805.02
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik Plus (120 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik Plus120, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2018/19 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Dr. Franz-Josef Schmitt
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis von grundlegenden und historisch wichtigen physikalischen Experimenten (im Vergleich zum Grundpraktikum komplexere Experimente)</li> <li>• Erlernen von praktischen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit moderner Messtechnik</li> <li>• Erkennen und Bewerten von Fehlerquellen bei physikalischen Messungen</li> <li>• Auswertung und grafische Darstellung von experimentellen Ergebnissen</li> <li>• Anfertigung schriftlicher wissenschaftlicher Berichte und Präsentation von wissenschaftlichen Ergebnissen im Vortrag</li> <li>• Präsentations- und Moderationstechniken</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<p>Durchführung von 5 grundlegenden Versuchen (jeweils fünfständig an drei Tagen) mit Auswertung, Fehlerbetrachtung und Versuchsprotokoll (ca. 12 Seiten). Falls das Praktikum alleine durchgeführt wird, sind drei grundlegende Versuche (jeweils 7 SWS an drei Tagen) durchzuführen.</p> <p>Für Studierende der medizinischen Physik sind zwei der vier mit (MP) gekennzeichneten Versuche verpflichtend. Es sind Projektversuche möglich, die je nach Umfang zwei oder drei grundlegende Versuche ersetzen können. Unter den durchzuführenden Versuchen können z.B. sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dielektrische Eigenschaften von Materialien</li> <li>• Photoeffekt</li> <li>• Elektronenbeugung</li> <li>• Zeeman-Effekt</li> <li>• Röntgendiffraktion (MP)</li> <li>• Rasterelektronenmikroskopie und EBIC</li> <li>• NMR-Spektroskopie (MP)</li> <li>• Schallausbreitung in Festkörpern</li> <li>• Rastertunnelmikroskopie</li> <li>• Umweltradioaktivität (MP)</li> <li>• Stern-Gerlach-Versuch</li> <li>• Rasterkraftmikroskopie</li> <li>• Photovoltaik</li> <li>• Rheologie an komplexen Flüssigkeiten</li> <li>• Zeitaufgelöste Fluoreszenzspektroskopie</li> <li>• Aktivitätsbestimmung (MP)</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Praktikum (5 SWS) Seminar (1 SWS) Kursus
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester



PHY.06805.02

6 CP

<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Sommersemester
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
<b>Prüfungsebene</b>	
<b>Credit-Points</b>	6 CP
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %.
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1
<b>Hinweise</b>	Falls das Praktikum alleine durchgeführt wird, sind drei grundlegende Versuche (jeweils fünfstündig an drei Tagen) durchzuführen Für Studierende des Bachelor-Studienganges Medizinische Physik sind drei der vier mit (MP) gekennzeichneten Versuche (Röntgendiffraktion, NMR-Spektroskopie, Umweltradioaktivität) verpflichtend.

Prüfung	Prüfungsvorleistung	Prüfungsform
<b>LV 1</b>		
<b>LV 2</b>		
<b>LV 3</b>		

<b>Gesamtmodul</b>	Praktikumsprotokolle	Seminarvortrag und Praktikumsprotokolle
--------------------	----------------------	---

<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Praktikum	Laborpraktikum		5				0
<b>LV 2</b>	Seminar	Seminar		1				0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						180		180
<b>Workload Modul insgesamt</b>								180

## MAT.06659.02 - Lineare Algebra für die Physik

MAT.06659.02	5 CP
<b>Modulbezeichnung</b>	Lineare Algebra für die Physik
<b>Modulcode</b>	MAT.06659.02
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Prof. Dr. Rebecca Waldecker, Prof. Dr. Joachim Rieger
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der grundlegenden Prinzipien linearer Strukturen und der Linearisierung sowie</li> </ul> <p>sichere Beherrschung der Grundbegriffe, Fähigkeiten zum aktiven Umgang mit den Inhalten der Lehrveranstaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aneignung der mathematischen Arbeitsweise an konkreten Fragestellungen, Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formaler Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens,</li> </ul> <p>Verständnis des strengen axiomatischen Aufbaus mathematischer Gebiete an einer (vergleichsweise) einfachen Struktur, Erkennen der Querverbindungen zu anderen Disziplinen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerbung von Basiswissen und Fertigkeiten, die für die mathematischen Grundlagen der Physik</li> </ul> <p>notwendig sind</p>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskrete Strukturen und lineare Algebra</li> <li>• Elementare Logik und Mengentheorie</li> <li>• Gruppen, Ringe, Körper</li> <li>• rationale, reelle, komplexe Zahlen</li> <li>• lineare Gleichungssysteme, Vektoren, Matrizen</li> <li>• Vektorräume und lineare Operatoren</li> <li>• Eigenwerte, Diagonalisierung, Normalformen</li> <li>• Analytische Geometrie</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (3 SWS) Übung (2 SWS) Kursus
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Wintersemester
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
<b>Prüfungsebene</b>	
<b>Credit-Points</b>	5 CP
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %.

<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>			1					
Prüfung		Prüfungsvorleistung			Prüfungsform			
<b>LV 1</b>								
<b>LV 2</b>								
<b>LV 3</b>								
<b>Gesamtmodul</b>		Lösen von Übungsaufgaben und deren Präsentation			Klausur			
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveran- staltung	Lehrveranstaltu- ngsform	Veranstaltung- titel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung		3				0
<b>LV 2</b>	Übung	Übung		2				0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						150		150
<b>Workload Modul insgesamt</b>								150

## PHY.06660.03 - Mathematische Methoden

PHY.06660.03

5 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Mathematische Methoden	
<b>Modulcode</b>	PHY.06660.03	
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>		
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik Plus (120 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik Plus120, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2018/19 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>	
<b>Modulverantwortliche/r</b>		
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Prof. Dr. Thomas Thurn-Albrecht, Prof. Dr. Jörg Schilling	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>		
<b>Kompetenzziele</b>	Kenntnis und Anwendung von grundlegenden für die klassische Physik wichtigen mathematischen Methoden	
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teil I: Vektoren, Spezielle Funktionen, Differentialrechnung, Integralrechnung,</li> </ul> <p>Taylorentwicklung und Potenzreihen, Komplexe Zahlen, gewöhnliche Differentialgleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teil II: Differentialrechnung bei Funktionen von mehreren Veränderlichen (Totales Differential, Potential),</li> </ul> <p>Kurvenintegrale, Oberflächenintegrale, Volumenintegrale, Rotation, Divergenz, Integralsätze (Stokes und Gauß), Matrizen und Determinanten, Koordinatentransformation, Matrixeigenwerte, -eigenvektoren, Fourierreihen, Fouriertransformation, Partielle Differentialgleichungen (Separationsansatz)</p>	
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	<p>Vorlesung (1 SWS) Seminar (1 SWS) Kursus Vorlesung (1 SWS) Seminar (1 SWS) Kursus</p>	
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch	
<b>Dauer in Semestern</b>	2 Semester Semester	
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Wintersemester	
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt	
<b>Prüfungsebene</b>		
<b>Credit-Points</b>	5 CP	
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %; LV 4: %; LV 5: %; LV 6: %.	
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1	
Prüfung	Prüfungsvorleistung	Prüfungsform
<b>LV 1</b>		
<b>LV 2</b>		
<b>LV 3</b>		
<b>LV 4</b>		

Prüfung			Prüfungsvorleistung			Prüfungsform		
<b>LV 5</b>								
<b>LV 6</b>								
<b>Gesamtmodul</b>			Klausur zu Mathematische Methoden I			Klausur		
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung Mathematische Methoden I		1				0
<b>LV 2</b>	Seminar	Seminar Mathematische Methoden I		1				0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>LV 4</b>	Vorlesung	Vorlesung Mathematische Methoden II		1				0
<b>LV 5</b>	Seminar	Seminar Mathematische Methoden II		1				0
<b>LV 6</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						150		150
<b>Workload Modul insgesamt</b>								150

## PHY.05164.02 - Theoretische Physik C / theophys\_C

PHY.05164.02

7 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Theoretische Physik C / theophys_C
<b>Modulcode</b>	PHY.05164.02
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik (MA120 LP) (Master) &gt; Mathematik MathematikMA120, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2022/23 &gt; Anwendungsfach Physik (20 LP sind zu erbringen)</li> <li>• Mathematik (MA120 LP) (Master) &gt; Mathematik MathematikMA120, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2013) &gt; Anwendungsfach Physik</li> <li>• Mathematik (MA120 LP) (Master) &gt; Mathematik MathematikMA120, Akkreditierungsfassung (WS 2013/14 - SoSe 2023) &gt; Anwendungsfach Physik</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2016) &gt; Pflichtmodule mehr...</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2016/17 - SS 2019) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2019) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik Plus (120 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik Plus120, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2018/19 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Prof. Dr. Wolfgang Paul
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis, Verständnis und Anwendung der grundlegenden Konzepte der statistischen Thermodynamik</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• statistische Behandlung von Vielteilchensystemen, Entropie, Ensemble der Statistik, Verbindung Statistik-Thermodynamik, Hauptsätze und thermodynamische Potentiale, Statistik wechselwirkungsfreier Systeme an klassischen und quantenmechanischen Beispielen, Statistik wechselwirkender Systeme an klassischen und quantenmechanischen Beispielen, Phasenübergänge, Molekularfeldtheorie, Phasenregel</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (4 SWS) Seminar (2 SWS) Kursus
<b>Unterrichtssprachen</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Sommersemester
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
<b>Prüfungsebene</b>	
<b>Credit-Points</b>	7 CP

<b>Modulabschlussnote</b>		LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %.						
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>		1						
Prüfung	Prüfungsvorleistung			Prüfungsform				
<b>LV 1</b>								
<b>LV 2</b>								
<b>LV 3</b>								
<b>Gesamtmodul</b>		Bearbeitung und Lösen von Übungsaufgaben und deren Präsentation im Projektseminar			Klausur			
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung Theoretische Physik IV		4				0
<b>LV 2</b>	Seminar	Projektseminar Theoretische Physik IV		2				0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						210		210
<b>Workload Modul insgesamt</b>								210

## PHY.05144.02 - Theoretische Physik A / theophys\_A

PHY.05144.02

7 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Theoretische Physik A / theophys_A
<b>Modulcode</b>	PHY.05144.02
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	

- Mathematik (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Anwendungsfach Physik
- Mathematik (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik180, Akkreditierungsfassung (WS 2013/14 - SS 2022) > Anwendungsfach Physik
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule mehr...
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule
- Physik Plus (120 LP) (Bachelor) > Physik Physik Plus120, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2018/19 > Pflichtmodule
- Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 > Pflichtmodule

<b>Modulverantwortliche/r</b>	
-------------------------------	--

<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Prof. Dr. Jamal Berakdar
---	--------------------------

<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
---------------------------------	--

<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis, Verständnis und Anwendung der grundlegenden Konzepte der klassischen analytischen Mechanik</li> </ul>
-----------------------	--

<b>Modulinhalte</b>	Die Inhalte dieses Moduls umfassen die Galilei Raum-Zeit, Symmetrien und Erhaltungssätze, Lagrangesche, Hamiltonsche und Hamilton-Jacobi Formulierung der analytischen Mechanik, kanonische Transformationen, Noether Theorem, Poissonklammern, Kreisel, und fakultative Themen wie z.B. KAM Theorem oder Chaos.
---------------------	--

<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (4 SWS) Seminar (2 SWS) Kursus
---------------------------------	--

<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch
---------------------------	-------------------

<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester Semester
---------------------------	---------------------

<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Wintersemester
-------------------------------	----------------------

<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
--------------------------------	------------

<b>Prüfungsebene</b>	
----------------------	--

<b>Credit-Points</b>	7 CP
----------------------	------

<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %.
---------------------------	----------------------------

<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1
--	---

Prüfung	Prüfungsvorleistung	Prüfungsform
---------	---------------------	--------------

<b>LV 1</b>	
-------------	--

<b>LV 2</b>	
-------------	--



Prüfung			Prüfungsvorleistung			Prüfungsform		
<b>LV 3</b>								
<b>Gesamtmodul</b>			Vorbereitung und Präsentation von Übungsaufgaben im Projektseminar			Klausur		
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung Theoretische Physik I		4				0
<b>LV 2</b>	Seminar	Projektseminar Theoretische Physik I		2				0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						210		210
<b>Workload Modul insgesamt</b>								210

## PHY.05145.02 - Theoretische Physik B / theophys\_B

PHY.05145.02	14 CP
<b>Modulbezeichnung</b>	Theoretische Physik B / theophys_B
<b>Modulcode</b>	PHY.05145.02
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik (MA120 LP) (Master) &gt; Mathematik MathematikMA120, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2013) &gt; Anwendungsfach Physik</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2016) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2016/17 - SS 2019) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2019) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik Plus (120 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik Plus120, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2018/19 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	NN
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis, Verständnis und Anwendung der grundlegenden Konzepte der Elektrodynamik als klassischer Feldtheorie</li> <li>• Kenntnis, Verständnis und Anwendung der Grundlagen der Quantenmechanik</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamik: Integrale und differentielle Form der Maxwellgleichungen, Randwertprobleme der Elektrostatik und Magnetostatik, Multipolentwicklung, Anfangsrandwertprobleme der Elektrodynamik, Eichtransformationen, Lorentz-Invarianz der Elektrodynamik, Viererschreibweise, spezielle Relativitätstheorie, optional: Lagrange Dichten des Maxwell Feldes</li> <li>• Quantenmechanik: Prinzipien der Quantenmechanik und einfache 1-dimensionale Probleme, Schrödingergleichung, Wasserstoffatom, Quantentheorie im Hilbertraum, Symmetrien und Erhaltungsgrößen, Störungstheorie, Zeitabhängige Probleme, Spin, Streutheorie</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (4 SWS) Seminar (2 SWS) Kursus Vorlesung (4 SWS) Seminar (2 SWS) Kursus
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	2 Semester Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Studienjahr beginnend im Sommersemester
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
<b>Prüfungsebene</b>	

<b>Credit-Points</b>	14 CP							
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %; LV 4: %; LV 5: %; LV 6: %.							
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1							
Prüfung	Prüfungsvorleistung				Prüfungsform			
<b>LV 1</b>								
<b>LV 2</b>								
<b>LV 3</b>								
<b>LV 4</b>								
<b>LV 5</b>								
<b>LV 6</b>								
<b>Gesamtmodul</b>	Bearbeitung und Lösen von Übungsaufgaben und deren Präsentation im Projektseminar Elektrodynamik, Bearbeitung und Lösen von Übungsaufgaben und deren Präsentation im Projektseminar Quantenmechanik, Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Elektrodynamik, Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Quantenmechanik				mündliche Prüfung			
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung Theoretische Physik II - Elektrodynamik		4				0
<b>LV 2</b>	Seminar	Projektseminar Theoretische Physik II - Elektrodynamik		2				0
<b>LV 3</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>LV 4</b>	Vorlesung	Vorlesung Theoretische Physik III - Quantenmechanik		4				0
<b>LV 5</b>	Seminar	Projektseminar Theoretische Physik III - Quantenmechanik		2				0
<b>LV 6</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						420		420
<b>Workload Modul insgesamt</b>								420

## MAT.00106.05 - Aufbaumodul Analysis: Mathematische Physik

MAT.00106.05

8 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Aufbaumodul Analysis: Mathematische Physik
<b>Modulcode</b>	MAT.00106.05
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	

- Mathematik mit Anwendungsfach (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik m. Anw.fach180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2013) > Aufbaumodul Analysis
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule mehr...
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule
- Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 > Pflichtmodule

**Modulverantwortliche/r**

**Weitere verantwortliche Personen** Prof. Dr. Nils Waterstraat; Prof. Dr. Tomás Dohnal

**Teilnahmevoraussetzungen**

**Kompetenzziele**

- Die Studierenden sollen moderne Methoden der Theorie partieller Differentialgleichungen erlernen.
- Die Studierenden sollen mathematische Grundlagen der Quantenmechanik erwerben.

**Modulinhalte**

- Hilberträume, Projektionen, Orthonormalbasen
- Selbstadjungierte Operatoren, Spektraltheorie
- Distributionen, Fourier-Transformation
- Laplace- und Poisson-Gleichung
- Diffusionsgleichung
- Wellengleichung
- Schrödinger-Gleichung

**Lehrveranstaltungsformen** Vorlesung (2 SWS)  
Übung (2 SWS)  
Vorlesung (1 SWS)  
Übung (1 SWS)  
Kursus

**Unterrichtsprachen** Deutsch, Englisch

**Dauer in Semestern** 1 Semester Semester

**Angebotsrhythmus Modul** jedes Sommersemester

**Aufnahmekapazität Modul** unbegrenzt

MAT.00106.05

8 CP

<b>Prüfungsebene</b>								
<b>Credit-Points</b>		8 CP						
<b>Modulabschlussnote</b>		LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %; LV 4: %; LV 5: %.						
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>		1						
Prüfung	Prüfungsvorleistung			Prüfungsform				
<b>LV 1</b>								
<b>LV 2</b>								
<b>LV 3</b>								
<b>LV 4</b>								
<b>LV 5</b>								
<b>Gesamtmodul</b>		Lösung von Übungsaufgaben und deren Präsentation			mündl. Prüfung oder Klausur			
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
LV 1	Vorlesung	Vorlesung Mathematische Physik		2				0
LV 2	Übung	Übung Mathematische Physik		2				0
LV 3	Vorlesung	Vorlesung Mathematische Methoden der Theoretischen Physik		1				0
LV 4	Übung	Übung Mathematische Methoden der Theoretischen Physik		1				0
LV 5	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						240		240
<b>Workload Modul insgesamt</b>								240

## PHY.00709.07 - Physikalische und elektronische Messtechnik / physmess

PHY.00709.07

7 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Physikalische und elektronische Messtechnik / physmess
<b>Modulcode</b>	PHY.00709.07
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2012) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2016) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2016/17 - SS 2019) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2012) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2019) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Dr. Franz-Josef Schmitt; Dr. Nicki Hinsche
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis und Verständnis der Grundlagen der elektronischen Messtechnik und physikalischen Experimentiertechnik</li> <li>• Anwendung des erlernten Wissens anhand von Praktikumsversuchen</li> <li>• Automatisierung von Messtechnik und rechnergestütztes Experimentieren</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis; Literaturrecherchen</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Elektronik <ul style="list-style-type: none"> <li>Lineare Netze</li> <li>Halbleiterbauelemente, Transistor- und Verstärkerschaltungen</li> <li>Signalverarbeitung und -wandlung (analog / digital)</li> <li>Digitale Logik und Mikrocontroller</li> </ul> </li> <li>• Ausgewählte Teilbereiche der physikalischen Messtechnik <ul style="list-style-type: none"> <li>Messung von Längen und der Zeit</li> <li>Messung elektrischer Größen, Signalübertragung, Speicherung und Bussysteme</li> <li>Erzeugung und Messung von Magnetfeldern</li> <li>Temperaturmessung und -regelung</li> <li>Erzeugung und Messung von Vakuum und hohem Druck</li> <li>Messung und Erzeugung elektromagnetischer Strahlung</li> <li>Grenzen der Messtechnik</li> </ul> </li> <li>• Praktikumsversuche zu <ul style="list-style-type: none"> <li>passive und aktive elektronische Bauelemente</li> <li>AD/DA-Wandlung, digitale Logik, nicht-lineare Schaltungen, fachspezifische Messtechnik</li> <li>Experimentautomatisierung und Simulation</li> </ul> </li> </ul>

## Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens

- Gute Wissenschaftliche Praxis

naturwissenschaftliches Publikationswesen  
Literaturrecherche und wissenschaftliche Datenbanken

<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (2 SWS) Seminar (1 SWS) Praktikum (4 SWS) Kursus
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	2 Semester Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Wintersemester
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
<b>Prüfungsebene</b>	
<b>Credit-Points</b>	7 CP
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %; LV 4: %.
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1
<b>Hinweise</b>	Im Studiengang Physik und Digitale Technologien ist das Laborpraktikum im Sommersemester vorgesehen.

Prüfung	Prüfungsvorleistung		Prüfungsform					
<b>LV 1</b>								
<b>LV 2</b>								
<b>LV 3</b>								
<b>LV 4</b>								
<b>Gesamtmodul</b>	Testate und Protokolle		mündl. Prüfung oder Klausur					
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveran- staltung	Lehrveranstaltu- ngsform	Veranstaltungs- titel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor-/ Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung		2				0
<b>LV 2</b>	Seminar	Seminar		1				0
<b>LV 3</b>	Praktikum	Laborpraktikum		4				0
<b>LV 4</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						210		210
<b>Workload Modul insgesamt</b>								210

## PHY.00704.06 - Experimentalphysik B / exphys\_B

PHY.00704.06

20 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Experimentalphysik B / exphys_B
<b>Modulcode</b>	PHY.00704.06
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2012) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2016) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2016/17 - SS 2019) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2012) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2019) &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik Plus (120 LP) (Bachelor) &gt; Physik Physik Plus120, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2018/19 &gt; Pflichtmodule</li> <li>• Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) &gt; Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 &gt; Pflichtmodule</li> </ul>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Prof. Dr. Georg Woltersdorf, Dr. Mathias Stölzer
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis und Verständnis der grundlegenden Konzepte der Experimentalphysik in den Bereichen Optik, Atom- und Molekülphysik</li> <li>• Anwendung des erlernten Wissens zur Lösung entsprechender Rechenaufgaben</li> <li>• Erwerb von grundlegenden Kenntnissen und Fähigkeiten im experimentellen Arbeiten in den genannten Themenbereichen</li> <li>• FSQ: Kommunikations- und Teamfähigkeit</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Optik                 <ol style="list-style-type: none"> <li>A Geometrische Optik: Reflexion, Brechung, Totalreflexion, abbildende Systeme</li> <li>B Wellenoptik: Elektromagnetische Theorie des Lichtes, Polarisation, Ausbreitung von Licht, Interferenz und Beugung, Kohärenz, Interferometer, Auflösungsvermögen optischer Instrumente, Holographie,</li> <li>C Licht in Materie: Absorption, Dispersion, Streuung, Verhalten an Grenzflächen, Doppelbrechung, optische Aktivität, nichtlineare Optik</li> <li>D Quantenoptik: Wellen- und Photonenbild, Schwarzkörperstrahlung, Laser</li> </ol> </li> <li>2. Atom- und Molekülphysik                 <ol style="list-style-type: none"> <li>A Entwicklung der Atomvorstellung, grundlegende `Quanten`-Experimente, Welle-Teilchen Problematik</li> <li>B Grundlagen der Quantenmechanik, Wasserstoffatom, Schrödinger Gleichung</li> <li>C Atome mit mehreren Elektronen, Kopplung an externe Felder</li> <li>D Atom- und Kernphysikalische Messmethoden</li> <li>E Molekülphysik</li> </ol> </li> <li>3. Ausgewählte weiterführende Themen zu den einzelnen Kapiteln</li> </ol> </li> <li>• Praktikum             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. elektrische und optische Messgeräte und Messverfahren</li> <li>2. mathematische Verfahren zur Experimentauswertung (nichtlineare Regression, Fourieranalyse)</li> </ol> </li> </ul>



	3. Computergestütztes Messen 4. (wenige) komplexere Experimente zur Akustik und Thermodynamik 5. Experimente zu Elektrik, Optik, Atom- und Kernphysik
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>	Vorlesung (2 SWS) Seminar (2 SWS) Kursus Praktikum (3 SWS) Kursus Vorlesung (3 SWS) Seminar (1 SWS) Kursus Praktikum (3 SWS) Kursus
<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	2 Semester Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jedes Studienjahr beginnend im Wintersemester
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
<b>Prüfungsebene</b>	
<b>Credit-Points</b>	20 CP
<b>Modulabschlussnote</b>	LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %; LV 4: %; LV 5: %; LV 6: %; LV 7: %; LV 8: %; LV 9: %; LV 10: %.
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>	1

Prüfung	Prüfungsvorleistung	Prüfungsform
LV 1		
LV 2		
LV 3		
LV 4		
LV 5		
LV 6		
LV 7		
LV 8		
LV 9		
LV 10		
<b>Gesamtmodul</b>	Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Experimentalphysik - Optik, Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Experimentalphysik - Atom- und Molekülphysik, Lösungen der Seminaraufgaben, bestätigte Praktikumsprotokolle	mündliche Prüfung

<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
LV 1	Vorlesung	Vorlesung Experimentalphysik Optik		2				0
LV 2	Seminar	Projektseminar Experimentalphysik Optik		2				0
LV 3	Kursus	Selbststudium						0
LV 4	Praktikum	Physikalisches Grundpraktikum III		3				0
LV 5	Kursus	Selbststudium						0
LV 6	Vorlesung	Vorlesung Experimentalphysik Atomphysik		3				0
LV 7	Seminar	Projektseminar Experimentalphysik Atomphysik		1				0

Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 8</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>LV 9</b>	Praktikum	Physikalisches Grundpraktikum IV		3				0
<b>LV 10</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						600		600
<b>Workload Modul insgesamt</b>								600

## PHY.00740.06 - Experimentalphysik A / exphys\_A

PHY.00740.06

20 CP

### Modulbezeichnung

Experimentalphysik A / exphys\_A

### Modulcode

PHY.00740.06

### Semester der erstmaligen Durchführung

### Verwendet in Studiengängen / Semestern

- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule mehr...
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule
- Physik Plus (120 LP) (Bachelor) > Physik Physik Plus120, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2018/19 > Pflichtmodule
- Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 > Pflichtmodule

### Modulverantwortliche/r

### Weitere verantwortliche Personen

Prof. Dr. Thomas Thurn-Albrecht

### Teilnahmevoraussetzungen

### Kompetenzziele

- Kenntnis und Verständnis der grundlegenden Konzepte der Experimentalphysik in den Bereichen Mechanik, Wärmelehre, Elektrizität und Magnetismus, Schwingungen und Wellen
- Anwendung des erlernten Wissens zur Lösung entsprechender Rechenaufgaben
- Erwerb von grundlegenden Kenntnissen und Fähigkeiten im experimentellen Arbeiten in den genannten Themenbereichen
- FSQ: schriftliche Darstellung wissenschaftlicher Sachverhalte, auch unter Nutzung von Informationstechnik (Auswertung und Darstellung von Messdaten)

### Modulinhalte

- Vorlesung

1. Einführung: physikalische Größen, Einheiten, Gleichungen
2. Mechanik: Kinematik und Dynamik freier Punktmassen (Grundbegriffe, Newtonsche Axiome, Erhaltungssätze), Statik und Dynamik des starren Körpers (Drehmoment, Trägheitsmoment, Drehimpulserhaltungssatz, Kreisel, Gravitation, Planetenbewegung), Mechanik der Flüssigkeiten, Gase und deformierbaren Körper (Grenzflächenerscheinungen, Bernoullische Gleichung, Zähigkeit, Hooksches Gesetz), relativistische Kinematik
3. Thermodynamik: Temperatur, Wärme, Zustandsgleichung idealer Gase, van der Waals Zustandsgleichung, I. Hauptsatz, ausgewählte Zustandsänderungen, Transportvorgänge, II. Hauptsatz, Entropie, thermodynamische Kreisprozesse
4. Elektrizität und Magnetismus: Elektrostatisches Feld (Ladung, elektrische Feldstärke, elektrisches Potenzial, Coulombsches Gesetz, Dielektrizitätskonstante, elektrische Polarisierung), elektrischer Strom (Ohmsches Gesetz, elektrische Leitung in Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen), magnetisches Feld (magnetische Feldgrößen, Lorentzkraft, Materie im Magnetfeld, zeitlich veränderliches Magnetfeld (Induktionsgesetz, Maxwellsche

		Gleichungen), Anwendungen der elektromagnetischen Induktion (Generator, Motor, Transformator, Wechselstromkreis) 5. Schwingungen und Wellen: Schwingungen (Grundbegriffe, freie, gedämpfte, erzwungene und gekoppelte Schwingungen), Wellen (Grundbegriffe, Wellengleichung, Reflexion, Überlagerung, Huygens-Fresnelsches Prinzip, Schallwellen, elektromagnetische Wellen (Energiedichte, Strahlungsquellen-Hertzscher Dipol, Doppler-Effekt, Polarisation), geometrische Optik 6. Phänomenologische Einführung in die Grundlagen der Kernphysik und Radioaktivität: Atomkern (Kernaufbau, Bindungsenergie, Tröpfchenmodell), Zerfallsgesetz (Aktivität, Halbwertszeit, Zerfallsstatistik, Zerfallsketten), Zerfallsarten (alpha-, beta- und gamma-Strahlung), Anwendungen (Kernspaltung, Kernfusion, medizinische Anwendungen)						
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum</li> </ul> 1. einfache Messgeräte für mechanische, thermische und elektrische Messungen 2. Fehlerrechnung und Statistik, Regression 3. wissenschaftliches Protokollieren 4. computergestützte Darstellung und Auswertung von Messergebnissen (Origin) 5. Experimente zur Mechanik, Wärmelehre und Elektrizität (Gleichstromkreis)						
<b>Lehrveranstaltungsformen</b>		Vorlesung (4 SWS) Seminar (2 SWS) Kurs Seminar (2 SWS) Kurs Vorlesung (4 SWS) Seminar (2 SWS) Kurs Praktikum (3 SWS) Kurs						
<b>Unterrichtsprachen</b>		Deutsch, Englisch						
<b>Dauer in Semestern</b>		2 Semester Semester						
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>		jedes Studienjahr beginnend im Wintersemester						
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>		unbegrenzt						
<b>Prüfungsebene</b>								
<b>Credit-Points</b>		20 CP						
<b>Modulabschlussnote</b>		LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %; LV 4: %; LV 5: %; LV 6: %; LV 7: %; LV 8: %; LV 9: %; LV 10: %.						
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>		1						
Prüfung		Prüfungsvorleistung				Prüfungsform		
<b>LV 1</b>								
<b>LV 2</b>								
<b>LV 3</b>								
<b>LV 4</b>								
<b>LV 5</b>								
<b>LV 6</b>								
<b>LV 7</b>								
<b>LV 8</b>								
<b>LV 9</b>								
<b>LV 10</b>								
<b>Gesamtmodul</b>		Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Experimentalphysik I, Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Experimentalphysik II, bestätigte Praktikumsprotokolle, Klausur zur Einführung zum Grundpraktikum, Bearbeitung und Lösen von Seminaraufgaben				mündl. Prüfung oder Klausur		
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe

Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
LV 1	Vorlesung	Vorlesung Experimentalphysik I		4				0
LV 2	Seminar	Projektseminar Experimentalphysik I		2				0
LV 3	Kursus	Selbststudium						0
LV 4	Seminar	Vorlesung Einführung zum physikalischen Grundpraktikum		2				0
LV 5	Kursus	Selbststudium						0
LV 6	Vorlesung	Vorlesung Experimentalphysik II		4				0
LV 7	Seminar	Projektseminar Experimentalphysik II		2				0
LV 8	Kursus	Selbststudium						0
LV 9	Praktikum	Physikalisches Grundpraktikum II		3				0
LV 10	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						600		600
<b>Workload Modul insgesamt</b>								600

## MAT.00714.03 - Analysis (18 LP)

MAT.00714.03

18 CP

<b>Modulbezeichnung</b>	Analysis (18 LP)
<b>Modulcode</b>	MAT.00714.03
<b>Semester der erstmaligen Durchführung</b>	
<b>Verwendet in Studiengängen / Semestern</b>	

- Mathematik (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik180, Akkreditierungsfassung (WS 2013/14 - SS 2022) > Pflichtmodule
- Mathematik mit Anwendungsfach (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik m. Anw.fach180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2013) > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule mehr...
- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule
- Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Akkreditierungsfassung (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule
- Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Akkreditierungsfassung gültig ab WS 2019/20 > Pflichtmodule
- Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Akkreditierungsfassung gültig ab WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
- Wirtschaftsmathematik (180 LP) (Bachelor) > Wirtschaftsmathematik Wirtschaftsmathematik180, Akkreditierungsfassung (WS 2006/07 - SS 2013) > Pflichtmodule
- Wirtschaftsmathematik (180 LP) (Bachelor) > Wirtschaftsmathematik Wirtschaftsmathematik180, Akkreditierungsfassung (WS 2013/14 - SS 2022) > Pflichtmodule

<b>Modulverantwortliche/r</b>	
-------------------------------	--

<b>Weitere verantwortliche Personen</b>	Prof. Dr. Nils Waterstraat; Prof. Dr. Tomás Dohnal
---	--

<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
---------------------------------	--

<b>Kompetenzziele</b>	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Verständnis für die grundlegenden Prinzipien der Analysis, den Grenzwertbegriff, die analytische Behandlung der geometrisch motivierten Problemstellungen und exemplarisch für den naturwissenschaftlichen Hintergrund entwickeln</li> <li>• die Grundbegriffe und -techniken sicher beherrschen und die Fähigkeiten zum aktiven Umgang mit den Gegenständen der Lehrveranstaltungen erwerben</li> <li>• die mathematische Arbeitsweise an konkreten Fragestellungen erlernen, mathematische Intuition entwickeln und deren Umsetzung in präzise Begriffe und Begründungen einüben</li> </ul>
-----------------------	---

- exemplarisch die Entwicklung der Analysis an einigen zentralen Begriffen

nachvollziehen

- durch die linearen Strukturen innerhalb der Analysis am Beispiel der Grundmodule

die enge Verbindung mathematischer Gebiete erkennen

- das Basiswissen und Fertigkeiten für das gesamte weitere Studium, insbesondere

die Grundlage für die Aufbaumodule der Analysis, Topologie, Geometrie, Numerik, Stochastik, Lineare Optimierung erwerben.

**Modulinhalte**

- Grundlagen: Mengen, Logik und Beweistechniken, natürliche Zahlen, Vollständige

Induktion, reelle Zahlen, komplexe Zahlen.

- Folgen und Reihen: Grenzwerte, Konvergenzkriterien, Folgen und Reihen komplexer

Zahlen, Funktionen, elementare transzendente Funktionen.

- Stetigkeit: Zwischenwertsatz, Satz über Umkehrfunktionen, Logarithmus, stetige

Funktionen auf kompakten Intervallen.

- Differenzierbarkeit: Mittelwertsatz der Differentialrechnung, lokale Extrema,

Funktionenfolgen und  $\infty$ -reihen, Stetigkeit, Differenzierbarkeit und gleichmäßige Konvergenz, Potenzreihen, Taylorformel.

- Integration: Riemann-Integral, Integration und Differentiation, Integrationsregeln,

Uneigentliche Integrale.

- Metrische Räume: Topologische Grundbegriffe, normierte Räume. Vollständigkeit.
- Reelle Funktionen des  $\mathbb{R}^n$ : stetige Funktionen, Differentiation im  $\mathbb{R}^n$ , totale und

partielle Differenzierbarkeit, die Sätze über Umkehrfunktionen und implizite Funktionen, Taylorformel, Quadratische Formen, lokale Extrema ohne und mit Nebenbedingungen, Jordan Kurven im  $\mathbb{R}^n$ , Jordan-Riemannscher Inhalt beschränkter Punktmengen des  $\mathbb{R}^n$ , Integralsätze, Anwendungen in der Vektoranalysis.

**Lehrveranstaltungsformen**

Vorlesung (4 SWS)  
 Vorlesung (4 SWS)  
 Übung (2 SWS)  
 Übung (2 SWS)  
 Kursus  
 Kursus

**Unterrichtsprachen**

Deutsch, Englisch

**Dauer in Semestern**

2 Semester Semester

**Angebotsrhythmus Modul**

jedes Wintersemester

**Aufnahmekapazität Modul**

unbegrenzt

MAT.00714.03

18 CP

<b>Prüfungsebene</b>								
<b>Credit-Points</b>		18 CP						
<b>Modulabschlussnote</b>		LV 1: %; LV 2: %; LV 3: %; LV 4: %; LV 5: %; LV 6: %.						
<b>Faktor der Modulnote für die Endnote des Studiengangs</b>		1						
Prüfung	Prüfungsvorleistung			Prüfungsform				
<b>LV 1</b>								
<b>LV 2</b>								
<b>LV 3</b>								
<b>LV 4</b>								
<b>LV 5</b>								
<b>LV 6</b>								
<b>Gesamtmodul</b>		Lösung von Übungsaufgaben und deren Präsentation, Bestehen von Zwischentests			Klausur oder mündliche Prüfung			
<b>Wiederholungsprüfung</b>								
Modulveranstaltung	Lehrveranstaltungsform	Veranstaltungstitel	SWS	Workload Präsenz	Workload Vor- / Nachbereitung	Workload selbstgestaltete Arbeit	Workload Prüfung incl. Vorbereitung	Workload Summe
<b>LV 1</b>	Vorlesung	Vorlesung		4				0
<b>LV 2</b>	Vorlesung	Vorlesung		4				0
<b>LV 3</b>	Übung	Übung		2				0
<b>LV 4</b>	Übung	Übung		2				0
<b>LV 5</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>LV 6</b>	Kursus	Selbststudium						0
<b>Workload modulbezogen</b>						540		540
<b>Workload Modul insgesamt</b>								540



