

Pflichtmodule

PHY.08361.01 - Device fabrication lab course

PHY.08361.01	5 CP
Module label	Device fabrication lab course
Module code	PHY.08361.01
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	PD Dr. Alexander Sprafke
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	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).
Module contents	- Vorlesung - Probenreinigung - Einführung in das Belacken - Lackdickenmessung mittels Ellipsometrie und/oder Profilometer - Einführung in die UV-Lithographie - Aufdampfverfahren - Lift-Off - Optische Mikroskopie - Elektrische Charakterisierung - Praktische Anwendung - Nasschemische Reinigung - Bedienung von Lackschleuder und Heizplatte - Ellipsometrie an Lackschichten - UV-Lithographie mit dem Kontaktbelichter und Entwicklung - Thermisches Verdampfen - Lift-Off im Lösungsmittel - Ergebnisprüfung im optischen Mikroskop - Elektrische Messung mit dem Spitzenmessplatz
Forms of instruction	Lecture (2 SWS) Practical training (2 SWS) Course
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester Semester
Module frequency	jedes Wintersemester
Module capacity	unrestricted
Time of examination	
Credit points	5 CP
Share on module final degree	Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %.
Share of module grade on the course of study's final grade	1
Examination	Exam prerequisites
Course 1	Type of examination

Examination			Exam prerequisites			Type of examination		
Course 2								
Course 3								
Final exam of module						Praktikumsprotokolle		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung		2				0
Course 2	Practical training	Laborpraktikum		2				0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Workload by module						150		150
Total module workload								150

PHY.08358.01 - Semiconductor devices

PHY.08358.01				5 CP				
Module label				Semiconductor devices				
Module code				PHY.08358.01				
Semester of first implementation								
Module used in courses of study / semesters				Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule				
Responsible person for this module								
Further responsible persons				Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn				
Prerequisites								
Skills to be acquired in this module				- Grundlegendes Wissen über Halbleiter, Bandstruktur und Dotierung - Verständnis für Konzepte wie p/n-Übergang, Raumladungszone, und Heterostrukturen - Verständnis verschiedener Diodentypen (p/n-Diode, Schottkydiode) - Verständnis grundlegender Halbleiterbauelemente wie Bipolartransistor, JFET, MOSFET				
Module contents				Direkte und indirekte Halbleiter, Bandstruktur - Dotierung - p/n-Übergang und -Dioden - Schottkykontakte- und Dioden - MOS-Übergänge - Heteroübergänge - MOS- und MISFETs - Bipolartransistoren - Junction FETs - Herstellungskonzepte				
Forms of instruction				Lecture (2 SWS) Seminar (2 SWS) Course				
Languages of instruction				German, English				
Duration (semesters)				1 Semester Semester				
Module frequency				jedes Sommersemester				
Module capacity				unrestricted				
Time of examination								
Credit points				5 CP				
Share on module final degree				Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %.				
Share of module grade on the course of study's final grade				1				
Examination		Exam prerequisites			Type of examination			
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Final exam of module				mündl. Prüfung oder Klausur				
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung		2				0
Course 2	Seminar	Seminar		2				

Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 3	Course	Selbststudium						0
Workload by module						150		150
Total module workload								150

CHE.08360.01 - Chemical aspects in nanotechnology

CHE.08360.01	5 CP
Module label	Chemical aspects in nanotechnology
Module code	CHE.08360.01
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	Prof. Dr. Wouter Maijenburg
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	

- 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.
- Zusätzlich erlernen die Studierenden (übergreifend) die Chemie der Halbleiterdeposition aus der Gasphase.

Module contents

- 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

Forms of instruction	Lecture (2 SWS) Seminar (2 SWS) Course
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester Semester
Module frequency	jedes Wintersemester
Module capacity	unrestricted
Time of examination	
Credit points	5 CP
Share on module final degree	Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %.
Share of module grade on the course of study's final grade	1

Examination	Exam prerequisites	Type of examination
Course 1		
Course 2		
Course 3		

Final exam of module	mündl. Prüfung oder Klausur, Seminarvortrag
-----------------------------	---

Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung	2					0
Course 2	Seminar	Projektseminar	2					0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Workload by module						150		150

Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Total module workload								150

PHY.08362.01 - Advanced nanostructure fabrication

PHY.08362.01	5 CP
Module label	Advanced nanostructure fabrication
Module code	PHY.08362.01
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	PD Dr. Alexander Sprafke
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	Die Studierenden sollen im Rahmen der Vorlesung einen breiten Überblick über verschiedene Reinraumtechnologien erhalten, die zur Herstellung von Nanostrukturen notwendig sind. Hierbei erlernen sie neben den bei der ULSI Fertigung zum Einsatz kommenden Verfahren auch alternative Verfahren. 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. Im Rahmen des Projektseminars erlernen die Studierenden basierend auf den erhaltenen Informationen Prozesse selber zu planen, und ihre Durchführbarkeit zu überprüfen.
Module contents	- Bauelementkonzepte und Ziele der Strukturierung - Dünnschichtdeposition - Sputtern - Epitaxie - Aufdampfverfahren -Ätzverfahren - Nasschemisches Ätzen - Trockenchemisches Ätzverfahren - Lithographie - Grundlagen (positiv/negativ Lithographie) - UV-Lithographie, Kontaktlithographie, Maskenlose Lithographie, Projektionslithographie - Extreme UV Lithographie - Elektronenstrahlolithographie - Design-Rules und Proximitykorrektur - Alternative Lithographieverfahren - Nanoimprintlithographie - Microcontact printing
Forms of instruction	Lecture (2 SWS) Seminar (2 SWS) Course
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester Semester
Module frequency	jedes Sommersemester
Module capacity	unrestricted
Time of examination	
Credit points	5 CP
Share on module final degree	Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %.
Share of module grade on the course of study's final grade	1

Examination			Exam prerequisites			Type of examination		
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Final exam of module						mündl. Prüfung oder Klausur		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung		2				0
Course 2	Seminar	Projektseminar		2				0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Workload by module						150		150
Total module workload								150

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

PHY.08357.01				10 CP				
Module label				Abschlussmodul (Bachelorarbeit Physik und Nanotechnologie 180 LP)				
Module code				PHY.08357.01				
Semester of first implementation								
Module used in courses of study / semesters				Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule				
Responsible person for this module								
Further responsible persons				Hochschullehrer des Instituts für Physik				
Prerequisites				mindestens 100 LP müssen erreicht sein				
Skills to be acquired in this module				- mündliche und schriftliche Präsentationstechniken - eigenverantwortliches Erarbeiten von Spezialwissen				
Module contents				schriftliche Darstellung des Projekts in einer Bachelorarbeit und Präsentation in einem Kolloquium (Vortrag mit Diskussion)				
Forms of instruction				Independent supervised work Colloquium				
Languages of instruction				German, English				
Duration (semesters)				1 Semester Semester				
Module frequency				jedes Semester				
Module capacity				unrestricted				
Time of examination								
Credit points				10 CP				
Share on module final degree				Course 1: %; Course 2: %.				
Share of module grade on the course of study's final grade				1				
Examination		Exam prerequisites			Type of examination			
Course 1								
Course 2								
Final exam of module		Bachelorarbeit, Kolloquium (mündliche Leistung)						
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Independent supervised work	Bachelorarbeit						0
Course 2	Colloquium	Kolloquium (Vorbereitung und Durchführung der mündlichen Leistung)						0
Workload by module							300	300
Total module workload								300

PHY.08359.01 - Advanced CMOS technology

PHY.08359.01				5 CP					
Module label				Advanced CMOS technology					
Module code				PHY.08359.01					
Semester of first implementation									
Module used in courses of study / semesters				Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule					
Responsible person for this module									
Further responsible persons				Dr. Richard Boucher					
Prerequisites									
Skills to be acquired in this module				Die Studierenden sollen: - Ein Verständnis für den grundlegenden Aufbau und die Funktion integrierter CMOS Schaltungen entwickeln. - Die Bedeutung und Definition der Technology nodes und der verschiedenen Leistungskriterien moderner CMOS Schaltungen begreifen. - Die verschiedenen notwendigen Fertigungsschritte kennenlernen und verstehen. - Neue aktuelle Weiterentwicklungen im Materialbereich wie Silicon on insulator, strained silicon oder silicon germanium kennenlernen und die entsprechenden Vorteile verstehen. - Weitere Neuentwicklungen wie FinFETs und ähnliche im Kontext der aktuellen Hochintegration verstehen und einordnen.					
Module contents				1. Grundlegende Begriffe der CMOS Technologie, Technology nodes, Flächenbedarf 2. Aufbau und Bestandteile von Standard CMOS-Schaltungen 3. Ablauf des Fertigungsprozesses für VLSI Schaltungen, Prozessbeispiele 4. Silicon on insulator Technologie 5. Vorteile und Nutzung von strained silicon und silicon germanium 6. Entwicklung von planarer Technologie zu 3D MOSFETs (FinFET Technologie)					
Forms of instruction				Lecture (2 SWS) Seminar (1 SWS) Course					
Languages of instruction				German, English					
Duration (semesters)				1 Semester Semester					
Module frequency				jedes Wintersemester					
Module capacity				unrestricted					
Time of examination									
Credit points				5 CP					
Share on module final degree				Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %.					
Share of module grade on the course of study's final grade				1					
Examination		Exam prerequisites			Type of examination				
Course 1									
Course 2									
Course 3									
Final exam of module				mündl. Prüfung oder Klausur					
Exam repetition information									
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload	
Course 1	Lecture	Vorlesung	2					0	
Course 2	Seminar	Projektseminar	1					0	

Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 3	Course	Selbststudium						0
Workload by module						150		150
Total module workload								150

PHY.06804.01 - Experimentalphysik C

PHY.06804.01	13 CP
Module label	Experimentalphysik C
Module code	PHY.06804.01
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	Prof. Dr. Georg Schmidt
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	• Kenntnis der grundlegenden Experimente und Verständnis der theoretischen Konzepte zu strukturellen, optischen und elektronischen Eigenschaften von Festkörpern • Fähigkeit, Messergebnisse anhand der relevanten Modellvorstellungen zu erklären und deren Variationen vorherzusagen • Kenntnis und Verständnis der Thermodynamik, Struktur und Kinetik von weicher kondensierter Materie • Fähigkeit, das Verhalten von "weichen" Materialien im täglichen Leben auf molekularer Basis zu verstehen und zu erklären • Anwendung einfacher theoretischer Konzepte zur Vorhersage physikalischer Eigenschaften von kondensierter Materie
Module contents	Festkörperphysik: • Chemische Bindung und Wechselwirkungen in kondensierter Materie • Kristallgitter und Einheitszelle, reziprokes Gitter, Brillouinonen, Beugung (Streubedingungen, Strukturanalyse) • Dynamik des Kristallgitters: Phononen, akustische und optische Phononen, Zustandsdichte und spezifische Wärme • Elektronen im Festkörper: Bändermodell, fast freie und stark gebundene Elektronen, Fermi-Gas-Modell, Bloch-Wellen, effektive Masse, Halbleiter (Dotierung, Löcher, pn-Übergang, Bauelemente) • Transportphänomene: elektronischer Transport, Drude-Modell, Wärmetransport, Diffusion in Flüssigkeiten, Hall-Effekt • Magnetismus: Einführung Dia-, Para- und Ferromagnetismus Vertiefende Festkörperphysik: • Supraleitung • dielektrische Festkörper: Farbzentren, Ferro-/Piezoelektrizität Soft condensed matter physics: • Structure and (thermo)dynamics of liquids (existence, phase transitions, diffusion, glass transition) • Liquid crystals (classification, structures and defects, phase transitions,

- 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

Forms of instruction				Lecture (4 SWS) Seminar (2 SWS) Course Seminar (1 SWS) Lecture (3 SWS) Seminar (1 SWS) Course				
Languages of instruction				German, English				
Duration (semesters)				2 Semester Semester				
Module frequency				jedes Wintersemester				
Module capacity				unrestricted				
Time of examination								
Credit points				13 CP				
Share on module final degree				Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %; Course 4: %; Course 5: %; Course 6: %; Course 7: %.				
Share of module grade on the course of study's final grade				1				
Examination			Exam prerequisites		Type of examination			
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Course 4								
Course 5								
Course 6								
Course 7								
Final exam of module			Klausur Festkörperphysik, Klausur Soft condensed matter physics			mündliche Prüfung		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung Festkörperphysik		4				0
Course 2	Seminar	Projektseminar Festkörperphysik		2				0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Course 4	Seminar	Projektseminar Vertiefende Festkörperphysik		1				0
Course 5	Lecture	Vorlesung Soft condensed matter physics		3				0
Course 6	Seminar	Projektseminar Soft condensed matter physics		1				0
Course 7	Course	Selbststudium						0
Workload by module						390		390
Total module workload								390

PHY.06803.01 - Computational Physics

PHY.06803.01

5 CP

Module label	Computational Physics
Module code	PHY.06803.01
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	• Informatik (MA120 LP) (Master) > Informatik InformatikMA120, Version of accreditation valid from SoSe 2023 > Physik • Informatik (MA120 LP) (Master) > Informatik InformatikMA120, Version of accreditation (WS 2016/17 - WS 2022/23) > Physik • Mathematik (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Anwendungsfach Physik • Mathematik (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik180, Version of accreditation (WS 2013/14 - SS 2022) > Anwendungsfach Physik • Mathematik (MA120 LP) (Master) > Mathematik MathematikMA120, Version of accreditation (WS 2013/14 - SoSe 2023) > Anwendungsfach Physik • Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	PD Dr. Viktor Ivanov
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	• Kenntnis und Verständnis grundlegender Konzepte zur Lösung physikalischer Fragestellungen, insbesondere zur Berechnung theoretischer Vorhersagen, mit Hilfe von numerischen Methoden • 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
Module contents	• Anwendung einer modernen Programmiersprache • grundlegende numerisch-mathematische Methoden zur Datenbehandlung • Lösung von Gleichungssystemen und Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen • Fourier-Transformation und Faltung • deterministisches Chaos und deterministischer Zufall
Forms of instruction	Lecture (2 SWS) Seminar (2 SWS) Course
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester Semester
Module frequency	jedes Wintersemester
Module capacity	unrestricted
Time of examination	
Credit points	5 CP

PHY.06803.01

5 CP

Share on module final degree				Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %.				
Share of module grade on the course of study's final grade				1				
Reference text				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.				
Examination			Exam prerequisites		Type of examination			
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Final exam of module			Vorbereitung und Präsentation von Programmieraufgaben			Klausur		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung Computational Physics	2					0
Course 2	Seminar	Projektseminar	2					0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Workload by module							150	150
Total module workload								150

PHY.06805.02 - Fortgeschrittenenpraktikum

PHY.06805.02	6 CP
Module label	Fortgeschrittenenpraktikum
Module code	PHY.06805.02
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik Plus (120 LP) (Bachelor) > Physik Physik Plus120, Version of accreditation valid from WS 2018/19 > Pflichtmodule • Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	Dr. Franz-Josef Schmitt
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	• Kenntnis von grundlegenden und historisch wichtigen physikalischen Experimenten (im Vergleich zum Grundpraktikum komplexere Experimente) • Erlernen von praktischen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit moderner Messtechnik • Erkennen und Bewerten von Fehlerquellen bei physikalischen Messungen • Auswertung und grafische Darstellung von experimentellen Ergebnissen • Anfertigung schriftlicher wissenschaftlicher Berichte und Präsentation von wissenschaftlichen Ergebnissen im Vortrag • Präsentations- und Moderationstechniken
Module contents	Durchführung von 5 grundlegenden Versuchen (jeweils fünfstündig 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. 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: • Dielektrische Eigenschaften von Materialien • Photoeffekt • Elektronenbeugung • Zeeman-Effekt • Röntgendiffraktion (MP) • Rasterelektronenmikroskopie und EBIC • NMR-Spektroskopie (MP) • Schallausbreitung in Festkörpern • Rastertunnelmikroskopie • Umweltradioaktivität (MP) • Stern-Gerlach-Versuch • Rasterkraftmikroskopie • Photovoltaik • Rheologie an komplexen Flüssigkeiten • Zeitaufgelöste Fluoreszenzspektroskopie • Aktivitätsbestimmung (MP)
Forms of instruction	Practical training (5 SWS) Seminar (1 SWS) Course
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester Semester

PHY.06805.02

6 CP

Module frequency	jedes Sommersemester
Module capacity	unrestricted
Time of examination	
Credit points	6 CP
Share on module final degree	Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %.
Share of module grade on the course of study's final grade	1
Reference text	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.

Examination			Exam prerequisites			Type of examination		
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Final exam of module			Praktikumsprotokolle			Seminarvortrag und Praktikumsprotokolle		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Practical training	Laborpraktikum		5				0
Course 2	Seminar	Seminar		1				0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Workload by module						180		180
Total module workload								180

MAT.06659.02 - Lineare Algebra für die Physik

MAT.06659.02	5 CP
Module label	Lineare Algebra für die Physik
Module code	MAT.06659.02
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	Prof. Dr. Rebecca Waldecker
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	• Verständnis der grundlegenden Prinzipien linearer Strukturen und der Linearisierung sowie sichere Beherrschung der Grundbegriffe, Fähigkeiten zum aktiven Umgang mit den Inhalten der Lehrveranstaltung • Aneignung der mathematischen Arbeitsweise an konkreten Fragestellungen, Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formaler Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens, Verständnis des strengen axiomatischen Aufbaus mathematischer Gebiete an einer (vergleichsweise) einfachen Struktur, Erkennen der Querverbindungen zu anderen Disziplinen • Erwerbung von Basiswissen und Fertigkeiten, die für die mathematischen Grundlagen der Physik notwendig sind
Module contents	• Diskrete Strukturen und lineare Algebra • Elementare Logik und Mengentheorie • Gruppen, Ringe, Körper • rationale, reelle, komplexe Zahlen • lineare Gleichungssysteme, Vektoren, Matrizen • Vektorräume und lineare Operatoren • Eigenwerte, Diagonalisierung, Normalformen • Analytische Geometrie
Forms of instruction	Lecture (3 SWS) Exercises (2 SWS) Course
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester Semester
Module frequency	jedes Wintersemester
Module capacity	unrestricted
Time of examination	
Credit points	5 CP
Share on module final degree	Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %.

MAT.06659.02

5 CP

Share of module grade on the course of study's final grade				1				
Examination			Exam prerequisites			Type of examination		
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Final exam of module			Lösen von Übungsaufgaben und deren Präsentation			Klausur		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung		3				0
Course 2	Exercises	Übung		2				0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Workload by module						150		150
Total module workload								150

PHY.06660.03 - Mathematische Methoden

PHY.06660.03	5 CP	
Module label	Mathematische Methoden	
Module code	PHY.06660.03	
Semester of first implementation		
Module used in courses of study / semesters	- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik Plus (120 LP) (Bachelor) > Physik Physik Plus120, Version of accreditation valid from WS 2018/19 > Pflichtmodule - Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule	
Responsible person for this module		
Further responsible persons	Prof. Dr. Thomas Thurn-Albrecht, Prof. Dr. Jörg Schilling	
Prerequisites		
Skills to be acquired in this module	Kenntnis und Anwendung von grundlegenden für die klassische Physik wichtigen mathematischen Methoden	
Module contents	- Teil I: Vektoren, Spezielle Funktionen, Differentialrechnung, Integralrechnung, Taylorentwicklung und Potenzreihen, Komplexe Zahlen, gewöhnliche Differentialgleichungen - Teil II: Differentialrechnung bei Funktionen von mehreren Veränderlichen (Totales Differential, Potential), Kurvenintegrale, Oberflächenintegrale, Volumenintegrale, Rotation, Divergenz, Integralsätze (Stokes und Gauß), Matrizen und Determinanten, Koordinatentransformation, Matrixeigenwerte, -eigenvektoren, Fourierreihen, Fouriertransformation, Partielle Differentialgleichungen (Separationsansatz)	
Forms of instruction	Lecture (1 SWS) Seminar (1 SWS) Course Lecture (1 SWS) Seminar (1 SWS) Course	
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	2 Semester Semester	
Module frequency	jedes Wintersemester	
Module capacity	unrestricted	
Time of examination		
Credit points	5 CP	
Share on module final degree	Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %; Course 4: %; Course 5: %; Course 6: %.	
Share of module grade on the course of study's final grade	1	
Examination	Exam prerequisites	Type of examination
Course 1		
Course 2		
Course 3		
Course 4		

Examination			Exam prerequisites			Type of examination		
Course 5								
Course 6								
Final exam of module			Klausur zu Mathematische Methoden I			Klausur		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung Mathematische Methoden I		1				0
Course 2	Seminar	Seminar Mathematische MethodenI		1				0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Course 4	Lecture	Vorlesung Mathematische Methoden II		1				0
Course 5	Seminar	Seminar Mathematische Methoden II		1				0
Course 6	Course	Selbststudium						0
Workload by module						150		150
Total module workload								150

PHY.05164.02 - Theoretische Physik C / theophys_C

PHY.05164.02

7 CP

Module label	Theoretische Physik C / theophys_C
Module code	PHY.05164.02
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	- Mathematik (MA120 LP) (Master) > Mathematik MathematikMA120, Version of accreditation valid from WS 2022/23 > Anwendungsfach Physik (20 LP sind zu erbringen) - Mathematik (MA120 LP) (Master) > Mathematik MathematikMA120, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2013) > Anwendungsfach Physik - Mathematik (MA120 LP) (Master) > Mathematik MathematikMA120, Version of accreditation (WS 2013/14 - SoSe 2023) > Anwendungsfach Physik - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule more... - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule - Physik Plus (120 LP) (Bachelor) > Physik Physik Plus120, Version of accreditation valid from WS 2018/19 > Pflichtmodule - Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	PD Dr. Viktor Ivanov
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	Kenntnis, Verständnis und Anwendung der grundlegenden Konzepte der statistischen Thermodynamik
Module contents	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
Forms of instruction	Lecture (4 SWS) Seminar (2 SWS) Course
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester Semester
Module frequency	jedes Sommersemester
Module capacity	unrestricted
Time of examination	
Credit points	7 CP

PHY.05164.02

7 CP

Share on module final degree				Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %.				
Share of module grade on the course of study's final grade				1				
Examination		Exam prerequisites			Type of examination			
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Final exam of module		Bearbeitung und Lösen von Übungsaufgaben und deren Präsentation im Projektseminar			Klausur			
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung Theoretische Physik IV	4					0
Course 2	Seminar	Projektseminar Theoretische Physik IV	2					0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Workload by module							210	210
Total module workload								210

PHY.05144.02 - Theoretische Physik A / theophys_A

PHY.05144.02

7 CP

Module label	Theoretische Physik A / theophys_A	
Module code	PHY.05144.02	
Semester of first implementation		
Module used in courses of study / semesters	- Mathematik (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Anwendungsfach Physik - Mathematik (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik180, Version of accreditation (WS 2013/14 - SS 2022) > Anwendungsfach Physik - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule more... - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule - Physik Plus (120 LP) (Bachelor) > Physik Physik Plus120, Version of accreditation valid from WS 2018/19 > Pflichtmodule - Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule	
Responsible person for this module		
Further responsible persons	Prof. Dr. Jamal Berakdar	
Prerequisites		
Skills to be acquired in this module	Kenntnis, Verständnis und Anwendung der grundlegenden Konzepte der klassischen analytischen Mechanik	
Module contents	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.	
Forms of instruction	Lecture (4 SWS) Seminar (2 SWS) Course	
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester Semester	
Module frequency	jedes Wintersemester	
Module capacity	unrestricted	
Time of examination		
Credit points	7 CP	
Share on module final degree	Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %.	
Share of module grade on the course of study's final grade	1	
Examination	Exam prerequisites	Type of examination
Course 1		
Course 2		

Examination			Exam prerequisites			Type of examination		
Course 3								
Final exam of module			Vorbereitung und Präsentation von Übungsaufgaben im Projektseminar			Klausur		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung Theoretische Physik I		4				0
Course 2	Seminar	Projektseminar Theoretische Physik I		2				0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Workload by module							210	210
Total module workload								210

PHY.05145.03 - Theoretische Physik B / theophys_B

PHY.05145.03

14 CP

Module label	Theoretische Physik B / theophys_B
Module code	PHY.05145.03
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	- Mathematik (MA120 LP) (Master) > Mathematik MathematikMA120, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2013) > Anwendungsfach Physik - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule - Physik Plus (120 LP) (Bachelor) > Physik Physik Plus120, Version of accreditation valid from WS 2018/19 > Pflichtmodule - Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	Prof. Dr. Samir Lounis
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	- Kenntnis, Verständnis und Anwendung der grundlegenden Konzepte der Elektrodynamik als klassischer Feldtheorie - Kenntnis, Verständnis und Anwendung der Grundlagen der Quantenmechanik
Module contents	- 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 - Quantenmechanik: Prinzipien der Quantenmechanik und einfache 1-dimensionale Probleme, Schrödingergleichung, Wasserstoffatom, Quantentheorie im Hilbertraum, Symmetrien und Erhaltungsgrößen, Störungstheorie, Zeitabhängige Probleme, Spin, Streutheorie
Forms of instruction	Lecture (4 SWS) Seminar (2 SWS) Course Lecture (4 SWS) Seminar (2 SWS) Course
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	2 Semester Semester
Module frequency	jedes Studienjahr beginnend im Sommersemester
Module capacity	unrestricted
Time of examination	

PHY.05145.03

14 CP

Credit points				14 CP				
Share on module final degree				Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %; Course 4: %; Course 5: %; Course 6: %.				
Share of module grade on the course of study's final grade				1				
Examination		Exam prerequisites			Type of examination			
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Course 4								
Course 5								
Course 6								
Final exam of module		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			
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung Theoretische Physik II - Elektrodynamik		4				0
Course 2	Seminar	Projektseminar Theoretische Physik II - Elektrodynamik		2				0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Course 4	Lecture	Vorlesung Theoretische Physik III - Quantenmechanik		4				0
Course 5	Seminar	Projektseminar Theoretische Physik III - Quantenmechanik		2				0
Course 6	Course	Selbststudium						0
Workload by module							420	420
Total module workload								420

MAT.00106.05 - Aufbaumodul Analysis: Mathematische Physik

MAT.00106.05	8 CP
Module label	Aufbaumodul Analysis: Mathematische Physik
Module code	MAT.00106.05
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	- Mathematik mit Anwendungsfach (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik m. Anw.fach180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2013) > Aufbaumodul Analysis - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule more... - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule - Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	Prof. Dr. Nils Waterstraat; Prof. Dr. Tomás Dohnal
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	- Die Studierenden sollen moderne Methoden der Theorie partieller Differentialgleichungen erlernen. - Die Studierenden sollen mathematische Grundlagen der Quantenmechanik erwerben.
Module contents	- Hilberträume, Projektionen, Orthonormalbasen - Selbstadjungierte Operatoren, Spektraltheorie - Distributionen, Fourier-Transformation - Laplace- und Poisson-Gleichung - Diffusionsgleichung - Wellengleichung - Schrödinger-Gleichung
Forms of instruction	Lecture (2 SWS) Exercises (2 SWS) Lecture (1 SWS) Exercises (1 SWS) Course
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester Semester
Module frequency	jedes Sommersemester
Module capacity	unrestricted

MAT.00106.05

8 CP

Time of examination								
Credit points				8 CP				
Share on module final degree				Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %; Course 4: %; Course 5: %.				
Share of module grade on the course of study's final grade				1				
Examination			Exam prerequisites			Type of examination		
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Course 4								
Course 5								
Final exam of module			Lösung von Übungsaufgaben und deren Präsentation			mündl. Prüfung oder Klausur		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung Mathematische Physik		2				0
Course 2	Exercises	Übung Mathematische Physik		2				0
Course 3	Lecture	Vorlesung Mathematische Methoden der Theoretischen Physik		1				0
Course 4	Exercises	Übung Mathematische Methoden der Theoretischen Physik		1				0
Course 5	Course	Selbststudium						0
Workload by module						240		240
Total module workload								240

PHY.00709.07 - Physikalische und elektronische Messtechnik / physmess

PHY.00709.07

7 CP

Module label	Physikalische und elektronische Messtechnik / physmess
Module code	PHY.00709.07
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	• Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule • Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule • Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule • Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule • Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule • Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule • Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	Dr. Franz-Josef Schmitt; Dr. Nicki Hinsche
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	• Kenntnis und Verständnis der Grundlagen der elektronischen Messtechnik und physikalischen Experimentiertechnik • Anwendung des erlernten Wissens anhand von Praktikumsversuchen • Automatisierung von Messtechnik und rechnergestütztes Experimentieren • Gute wissenschaftliche Praxis; Literaturrecherchen
Module contents	• Grundlagen der Elektronik - Lineare Netze - Halbleiterbauelemente, Transistor- und Verstärkerschaltungen - Signalverarbeitung und -wandlung (analog / digital) - Digitale Logik und Mikrocontroller • Ausgewählte Teilbereiche der physikalischen Messtechnik - Messung von Längen und der Zeit - Messung elektrischer Größen, Signalübertragung, Speicherung und Bussysteme - Erzeugung und Messung von Magnetfeldern - Temperaturmessung und -regelung - Erzeugung und Messung von Vakuum und hohem Druck - Messung und Erzeugung elektromagnetischer Strahlung - Grenzen der Messtechnik • Praktikumsversuche zu - passive und aktive elektronische Bauelemente - AD/DA-Wandlung, digitale Logik, nicht-lineare Schaltungen, fachspezifische Messtechnik - Experimentautomatisierung und Simulation

Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens

- Gute Wissenschaftliche Praxis

naturwissenschaftliches Publikationswesen
Literaturrecherche und wissenschaftliche Datenbanken

Forms of instruction	Lecture (2 SWS) Seminar (1 SWS) Practical training (4 SWS) Course
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	2 Semester Semester
Module frequency	jedes Wintersemester
Module capacity	unrestricted
Time of examination	
Credit points	7 CP
Share on module final degree	Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %; Course 4: %.
Share of module grade on the course of study's final grade	1
Reference text	Im Studiengang Physik und Digitale Technologien ist das Laborpraktikum im Sommersemester vorgesehen.

Examination			Exam prerequisites			Type of examination		
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Course 4								
Final exam of module			Testate und Protokolle			mündl. Prüfung oder Klausur		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung		2				0
Course 2	Seminar	Seminar		1				0
Course 3	Practical training	Laborpraktikum		4				0
Course 4	Course	Selbststudium						0
Workload by module							210	210
Total module workload								210

PHY.00704.06 - Experimentalphysik B / exphys_B

PHY.00704.06

20 CP

Module label	Experimentalphysik B / exphys_B
Module code	PHY.00704.06
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	- Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule - Physik Plus (120 LP) (Bachelor) > Physik Physik Plus120, Version of accreditation valid from WS 2018/19 > Pflichtmodule - Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	Prof. Dr. Georg Woltersdorf, Dr. Mathias Stölzer
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	- Kenntnis und Verständnis der grundlegenden Konzepte der Experimentalphysik in den Bereichen Optik, Atom- und Molekülphysik - Anwendung des erlernten Wissens zur Lösung entsprechender Rechenaufgaben - Erwerb von grundlegenden Kenntnissen und Fähigkeiten im experimentellen Arbeiten in den genannten Themenbereichen - FSQ: Kommunikations- und Teamfähigkeit

Module contents

- Vorlesung
 - Optik
 - Geometrische Optik: Reflexion, Brechung, Totalreflexion, abbildende Systeme
 - Wellenoptik: Elektromagnetische Theorie des Lichtes, Polarisation, Ausbreitung von Licht, Interferenz und Beugung, Kohärenz, Interferometer, Auflösungsvermögen optischer Instrumente, Holographie,
 - Licht in Materie: Absorption, Dispersion, Streuung, Verhalten an Grenzflächen, Doppelbrechung, optische Aktivität, nichtlineare Optik
 - Quantenoptik: Wellen- und Photonenbild, Schwarzkörperstrahlung, Laser
 - Atom- und Molekülphysik
 - Entwicklung der Atomvorstellung, grundlegende `Quanten`-Experimente, Welle-Teilchen Problematik
 - Grundlagen der Quantenmechanik, Wasserstoffatom, Schrödinger Gleichung
 - Atome mit mehreren Elektronen, Kopplung an externe Felder
 - Atom- und Kernphysikalische Messmethoden
 - Molekülphysik
 - Ausgewählte weiterführende Themen zu den einzelnen Kapiteln
- Praktikum
 - elektrische und optische Messgeräte und Messverfahren
 - mathematische Verfahren zur Experimentauswertung (nichtlineare Regression, Fourieranalyse)

				3. Computergestütztes Messen 4. (wenige) komplexere Experimente zur Akustik und Thermodynamik 5. Experimente zu Elektrik, Optik, Atom- und Kernphysik				
Forms of instruction				Lecture (2 SWS) Seminar (2 SWS) Course Practical training (3 SWS) Course Lecture (3 SWS) Seminar (1 SWS) Course Practical training (3 SWS) Course				
Languages of instruction				German, English				
Duration (semesters)				2 Semester Semester				
Module frequency				jedes Studienjahr beginnend im Wintersemester				
Module capacity				unrestricted				
Time of examination								
Credit points				20 CP				
Share on module final degree				Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %; Course 4: %; Course 5: %; Course 6: %; Course 7: %; Course 8: %; Course 9: %; Course 10: %.				
Share of module grade on the course of study's final grade				1				
Examination		Exam prerequisites			Type of examination			
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Course 4								
Course 5								
Course 6								
Course 7								
Course 8								
Course 9								
Course 10								
Final exam of module		Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Experimentalphysik - Optik, Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Experimentalphysik - Atom- und Molekülphysik, Lösungen der Seminaraufgaben, bestätigte Praktikumsprotokolle			mündliche Prüfung			
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung Experimentalphysik Optik	2					0
Course 2	Seminar	Projektseminar Experimentalphysik Optik	2					0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Course 4	Practical training	Physikalisches Grundpraktikum III	3					0
Course 5	Course	Selbststudium						0
Course 6	Lecture	Vorlesung Experimentalphysik Atomphysik	3					0
Course 7	Seminar	Projektseminar Experimentalphysik Atomphysik	1					0

Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 8	Course	Selbststudium						0
Course 9	Practical training	Physikalisches Grundpraktikum IV		3				0
Course 10	Course	Selbststudium						0
Workload by module						600		600
Total module workload								600

PHY.00740.06 - Experimentalphysik A / exphys_A

PHY.00740.06

20 CP

Module label	Experimentalphysik A / exphys_A
Module code	PHY.00740.06
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	

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

Responsible person for this module	
Further responsible persons	Prof. Dr. Thomas Thurn-Albrecht
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	

- 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)

Module contents	• 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, Polarisierung), 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)	
	Praktikum	
	- einfache Messgeräte für mechanische, thermische und elektrische Messungen - Fehlerrechnung und Statistik, Regression - wissenschaftliches Protokollieren - computergestützte Darstellung und Auswertung von Messergebnissen (Origin) - Experimente zur Mechanik, Wärmelehre und Elektrizität (Gleichstromkreis)	
Forms of instruction	Lecture (4 SWS) Seminar (2 SWS) Course Seminar (2 SWS) Course Lecture (4 SWS) Seminar (2 SWS) Course Practical training (3 SWS) Course	
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	2 Semester Semester	
Module frequency	jedes Studienjahr beginnend im Wintersemester	
Module capacity	unrestricted	
Time of examination		
Credit points	20 CP	
Share on module final degree	Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %; Course 4: %; Course 5: %; Course 6: %; Course 7: %; Course 8: %; Course 9: %; Course 10: %.	
Share of module grade on the course of study's final grade	1	
Examination	Exam prerequisites	Type of examination
Course 1		
Course 2		
Course 3		
Course 4		
Course 5		
Course 6		
Course 7		
Course 8		
Course 9		
Course 10		
Final exam of module	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
Exam repetition information		

Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung Experimentalphysik I		4				0
Course 2	Seminar	Projektseminar Experimentalphysik I		2				0
Course 3	Course	Selbststudium						0
Course 4	Seminar	Vorlesung Einführung zum physikalischen Grundpraktikum		2				0
Course 5	Course	Selbststudium						0
Course 6	Lecture	Vorlesung Experimentalphysik II		4				0
Course 7	Seminar	Projektseminar Experimentalphysik II		2				0
Course 8	Course	Selbststudium						0
Course 9	Practical training	Physikalisches Grundpraktikum II		3				0
Course 10	Course	Selbststudium						0
Workload by module						600		600
Total module workload								600

MAT.00714.03 - Analysis (18 LP)

MAT.00714.03	18 CP
Module label	Analysis (18 LP)
Module code	MAT.00714.03
Semester of first implementation	
Module used in courses of study / semesters	- Mathematik (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik180, Version of accreditation (WS 2013/14 - SS 2022) > Pflichtmodule - Mathematik mit Anwendungsfach (180 LP) (Bachelor) > Mathematik Mathematik m. Anw.fach180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2013) > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2016) > Pflichtmodule more... - Medizinische Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Medizinische Physik180, Version of accreditation (WS 2016/17 - SS 2019) > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2012) > Pflichtmodule - Physik (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik180, Version of accreditation (WS 2012/13 - SS 2019) > Pflichtmodule - Physik und Digitale Technologien (180 LP) (Bachelor) > Physik Physik u. Dig. Tech. 180, Version of accreditation valid from WS 2019/20 > Pflichtmodule - Physik und Nanotechnologie (180 LP) (Bachelor) > Physik PhysikNano180, Version of accreditation valid from WiSe 2024/25 > Pflichtmodule - Wirtschaftsmathematik (180 LP) (Bachelor) > Wirtschaftsmathematik Wirtschaftsmathematik180, Version of accreditation (WS 2006/07 - SS 2013) > Pflichtmodule - Wirtschaftsmathematik (180 LP) (Bachelor) > Wirtschaftsmathematik Wirtschaftsmathematik180, Version of accreditation (WS 2013/14 - SS 2022) > Pflichtmodule
Responsible person for this module	
Further responsible persons	Prof. Dr. Nils Waterstraat; Prof. Dr. Tomás Dohnal
Prerequisites	
Skills to be acquired in this module	Die Studierenden sollen - das Verständnis für die grundlegenden Prinzipien der Analysis, den Grenzwertbegriff, die analytische Behandlung der geometrisch motivierten Problemstellungen und exemplarisch für den naturwissenschaftlichen Hintergrund entwickeln - die Grundbegriffe und -techniken sicher beherrschen und die Fähigkeiten zum aktiven Umgang mit den Gegenständen der Lehrveranstaltungen erwerben - die mathematische Arbeitsweise an konkreten Fragestellungen erlernen, mathematische Intuition entwickeln und deren Umsetzung in präzise Begriffe und Begründungen einüben

- 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.

Module contents

- 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 ∞ -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.

Forms of instruction

Lecture (4 SWS)
Lecture (4 SWS)
Exercises (2 SWS)
Exercises (2 SWS)
Course
Course

Languages of instruction

German, English

Duration (semesters)

2 Semester Semester

Module frequency

jedes Wintersemester

Module capacity

unrestricted

MAT.00714.03

18 CP

Time of examination								
Credit points				18 CP				
Share on module final degree				Course 1: %; Course 2: %; Course 3: %; Course 4: %; Course 5: %; Course 6: %.				
Share of module grade on the course of study's final grade				1				
Examination			Exam prerequisites			Type of examination		
Course 1								
Course 2								
Course 3								
Course 4								
Course 5								
Course 6								
Final exam of module			Lösung von Übungsaufgaben und deren Präsentation, Bestehen von Zwischentests			Klausur oder mündliche Prüfung		
Exam repetition information								
Module course label	Course type	Course title	SWS	Workload of compulsory attendance	Workload of preparation / homework etc	Workload of independent learning	Workload (examination and preparation)	Sum workload
Course 1	Lecture	Vorlesung	4					0
Course 2	Lecture	Vorlesung	4					0
Course 3	Exercises	Übung	2					0
Course 4	Exercises	Übung	2					0
Course 5	Course	Selbststudium						0
Course 6	Course	Selbststudium						0
Workload by module						540		540
Total module workload								540

