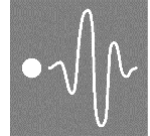




Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Fachbereich Physik



**Modulhandbuch zum Masterstudiengang
Physics and Chemistry of Nanomaterials
der Universität Hamburg**

Stand 04/2026 gültig ab WiSe 26/27

Pflichtmodule aus dem Fachbereich Physik:	6
Advanced Solid-State Physics.....	6
Pflichtmodule aus dem Fachbereich Chemie:	7
Solid-State and Structural Chemistry	7
Advanced Physical Chemistry.....	8
Weitere Pflichtmodule	9
Abschlussmodul - Masterarbeit	9
Projektstudie	10
Wahlpflichtmodule der Physik	11
Application of Synchrotron Radiation in Nanoscience	11
Complex Materials	12
Fundamentals of Photovoltaics.....	13
Methods in Nanobiotechnology I.....	14
Methods in Nanobiotechnology II.....	15
Nanostructure Physics I.....	16
Vertiefungspraktikum zur Nanostrukturphysik: Oberflächenphysik und Magnetismus	18
Nanostructure Physics II: Surface Science and Magnetism	19
Nanostructure Physics III: Nano-Bio-Interfaces	21
Nanostructure Physics IV - Nanobiotechnology and Energy Materials	22
Soft Matter Physics	23
Quantum Transport and Experimental Quantum Physics	24
Seminar on Nanophysics and Nanotechnology	26
Biophysical Methods	27
Wahlpflichtmodule der Chemie	28
Organische Chemie III	28
Quantenchemie I.....	29
Quantenchemie II.....	31
Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems.....	32
Sustainable Soft Materials – Vorlesungsmodul	33
Sustainable Soft Materials - Praktikumsmodul.....	34
Laser Spectroscopy of Nanostructures	34
Laser Spectroscopy of Nanomaterials.....	35
Nanomaterials in Optics, Electronics, and Sensors	36

Quantenchemie III.....	37
Introduction to Membrane Technology.....	38
Biohybrid nanostructures - Vorlesungsmodul	39
Biohybrid Nanostructures - Praktikumsmodul	40
Sonstige Vertiefungsmodule:	41
Introduction to the Physics of Medical Imaging (Biomedical Physics I).....	41
Introduction to Cellular Biophysics (Biomedical Physics II)	42
Physics of Radiation Therapy I (Biomedical Physics III).....	43
Physics of Radiation Therapy II (Biomedical Physics IV)	45
Seminar on Biomedical Physics I	46
Magnetic Resonance Imaging and Biophysical Modelling.....	47
Condensed-Matter Theory: Special Topics	48
Seminar on Quantum Dynamics of Nonequilibrium Nano Systems	50
RNA in Health and Disease - Lecture.....	50
Molecular biophysics.....	51
Synthetische Zellbiologie - Vorlesungsmodul	52

Die nachfolgenden, detaillierten Modulbeschreibungen sind wie folgt strukturiert:

Modultitel:	<i>Titel des Moduls.</i>				
Modulnummer/-kürzel	<i>Kürzel zur Identifikation des Moduls.</i>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <i>Zusammenhang mit anderen Modulen des Studiengangs sowie Verwendbarkeit für andere Studiengänge</i> 				
Voraussetzungen für die Teilnahme	<i>Voraussetzungen für die Teilnahme an dem Modul in den Unterkategorien „Verbindliche Voraussetzungen“ (andere Module, die vor Modul-Beginn erfolgreich absolviert sein müssen, d.h. deren Prüfung bestanden wurde) und „Empfohlene Voraussetzungen“ (vorausgesetzte Inhalte, die vor einer Teilnahme jedoch nicht nachgewiesen werden müssen).</i>				
Modulverantwortliche(r)					
Lehrende					
Sprache	<i>Sprache (Deutsch oder Englisch), in der alle bzw. einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls durchgeführt werden.</i>				
Qualifikationsziele	<i>Leitfrage: Welche Lernergebnisse sollen Studierende nach erfolgreichem Abschluss des Moduls erreicht haben?</i> <i>z. B. im Sinne von:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>Lernergebnisse, die Wissen oder Anwenden nachweisen: z.B. definieren/darstellen/ messen/ berichten/ bewerten von Information, Theorie- und/oder Faktenwissen</i> <i>Lernergebnisse, die praktische Fertigkeiten, bei denen Kenntnisse (Wissen) eingesetzt werden, nachweisen: z.B. ausführen, demonstrieren etc.</i> <i>Bsp.: „Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden spezialisierte Techniken auswählen und einsetzen/Richtlinien modifizieren/die wesentlichen Beiträge von xy auf dem Gebiet xy zusammenfassen/ etc.“</i>				
Inhalt	<i>Der (Lehr)inhalt sollte die Ziele des Moduls benennen. (Welche fachlichen, methodischen, fachpraktischen und fächerübergreifenden Inhalte sollen vermittelt werden, damit die Modulziele erreicht werden?)</i>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<i>Im Modul enthaltene, einzelne Lehrveranstaltungen, zugehörige Lehrformen/Veranstaltungsarten (z.B. V: Vorlesung, Ü: Übungen, P: Praktikum, S: (Pro)Seminar), jeweils mit Angabe des Umfangs in Semesterwochenstunden (SWS).</i>				<i>SWS</i>
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<i>Arbeitsaufwand in Leistungspunkten für die Einzelveranstaltungen.</i>	<i>LP</i>	<i>P (Std)</i>	<i>S (Std)</i>	<i>PV (Std)</i>
	<i>Gesamtaufwand</i>				
Studien-/Prüfungsleistungen	<i>Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung:</i> <i>Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen):</i> <i>Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.</i>				
Dauer	<i>Dauer des Moduls (z.B. 1 oder 2 Semester).</i>				
Häufigkeit des Angebots	<i>Angebotsturnus und in welchem Semester.</i>				
Literatur					

Lehrformen: (V) = Vorlesung, (Ü) = Übungen, (S) = Seminar, (P) = Praktikum, (Pr) = Projekt

Allgemein: SWS= Semesterwochenstunden, LP = Leistungspunkt(e)

Arbeitsaufwand: P (Std)=Präsenzstudium; S (Std)= Selbststudium; PV (Std)= Prüfungsvorbereitung

Pflichtmodule aus dem Fachbereich Physik:

Modultitel:	Advanced Solid-State Physics
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E403
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Physik IV (= Festkörperphysik) oder Nanostrukturphysik A und B (B.Sc.)
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Robert H. Blick; Prof. Dr. Michael Rübhausen
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache	Englisch
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden vertiefte Kenntnisse über den wissenschaftlichen Stand der Forschung in der Festkörper- und Nanostrukturphysik. Es ist vertieftes Fachwissen vorhanden, um eine experimentelle Master-Arbeit im Gebiet der Festkörper- und Nanostrukturphysik erfolgreich durchführen zu können. <i>After successful completion of the module, students have in-depth knowledge of the scientific status of research in solid state and nanostructure physics. They have in-depth knowledge to be able to successfully carry out an experimental Master's thesis in the field of solid state and nanostructure physics.</i>
Inhalt	Vertiefung aktueller Themen der Festkörperphysik; Experimentelle Methoden der Festkörperphysik; Zum Stoffumfang gehören: - Klassischer Ladungs- und Wärmetransport nach Boltzmann, Lokalisierung, Interferenzeffekte, Coulomb-Blockade in Nanostrukturen, Spintransport; - Dielektrische Funktion von Festkörpern und Nanostrukturen, elementare Anregungen wie Plasmonen, Polaronen, Polaritonen, Exzitonen, Magnonen; - Metall-Isolator Übergänge (Mott Isolator, Hubbard-Modell); - Korrelierte Elektronensysteme am Beispiel von Hoch-Temperatur Supraleitern und Manganaten; - Riesenmagnetwiderstand und Spinströme (Interlagenaustausch-Kopplung, Spinventile und Exchange-Bias, Rashba-Effekt). Darüber hinaus werden sie mit aktuellen Formalismen zur theoretischen Beschreibung von modernen Festkörpern, sofern sie für das experimentelle Verständnis notwendig sind (Fermis-Goldene Regel, Suszeptibilitäten, Response-Theorie, Propagatoren) vertraut gemacht und sie werden in aktuelle Fragestellungen der Festkörper- und Nanostrukturphysik und ihre experimentellen Methoden eingeführt. Schlüsselexperimente und Anwendungen neuer Materialien wie zum Beispiel Graphen oder topologische Isolatoren werden anhand von ausgewählten aktuellen Fachpublikationen vermittelt, mit denen sich die Studierenden in der Veranstaltung auseinandersetzen. <i>In-depth study of current topics in solid state physics; Experimental methods in solid state physics; The scope of the material includes: - Boltzmann classical charge and heat transport, localisation, interference effects, Coulomb blockade in nanostructures, spin transport; - Dielectric function of solids and nanostructures, elementary excitations such as plasmons, polarons, polaritons, excitons, magnons;</i>

	<p>- <i>Metal-insulator transitions (Mott insulator, Hubbard model);</i> - <i>Correlated electron systems using the example of high-temperature superconductors and manganates;</i> - <i>Giant magnetoresistance and spin currents (interlayer exchange coupling, spin valves and exchange bias, Rashba effect).</i> <i>Furthermore, they will be familiarised with current formalisms for the theoretical description of modern solids, as far as they are necessary for the experimental understanding (Fermis-Golden rule, susceptibilities, response theory, propagators) and they will be introduced to current issues in solid state and nanostructure physics and their experimental methods. Key experiments and applications of new materials such as graphene or topological insulators are taught on the basis of selected current specialist publications, which the students deal with in the course.</i></p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Advanced Solid-State Physics (V): Exercises in Advanced Solid-State Physics (Ü):				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Advanced Solid-State Physics (V): Exercises in Advanced Solid-State Physics (Ü):	6 2	56 28	62 32	62 0
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.				

Pflichtmodule aus dem Fachbereich Chemie:

Modultitel	Solid-State and Structural Chemistry
Modulnummer/-kürzel	CHE 101 N
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: B.Sc.-Module, die die Symmetrien und Strukturen von Festkörpern behandeln sowie Basiskennnisse über die MO-Theorie vermitteln.
Modulverantwortlicher	Dr. Frank Hoffmann
Lehrende	Dr. Frank Hoffmann
Sprache	Englisch

Qualifikationsziele	Die Studierenden sind aufgrund ihres Verständnisses der Anorganischen Chemie aus dem Bachelor-Studiengang in der Lage, weiterführende Fragestellungen aus dem Bereich der Festkörperstrukturen zu bearbeiten, indem sie ihnen bekannte Konzepte und Theorien kombinieren und überprüfen. Sie sind in der Lage, durch erweiterte Ansätze Zusammenhänge herzustellen und sich einen größeren Überblick über die diversen Festkörperstrukturen zu verschaffen. Die Symmetriellehre wird ihnen als nützliches Analysetool helfen, die Systematik der Festkörperstrukturen zu durchdringen. Die Studierenden sollten in der Lage sein, die Internationalen Tabellen für Kristallographie auf die Standardstrukturtypen anzuwenden. Kristallstrukturen werden gemäß der dargelegten Konzepte verstanden und durchdrungen. Die Studierenden haben ein Basisverständnis der Bändertheorie erworben, können Bandstrukturdiagramme interpretieren und einige Eigenschaften daraus erschließen.				
Inhalt	Kristalle, Anisotropie, Kristallsysteme, Bravais-Gitter, Zentrierungen Kristallklassen, Morphologie von Kristallen, Tracht & Habitus, Symmetrieelemente und Symmetrieeoperationen, Symmetrienomenklatur (Schoenflies vs. Hermann-Mauguin), Gleispiellebenen, Schraubenachsen, International Tables for Crystallography, Symmetrieelementdiagramme, Allgemeine-Lagen-Diagramme, Wyckoff-Positionen, Asymmetrische Einheit, Beschreibung von Festkörperstrukturen, Paulingsche Regeln (Polyederverknüpfungen), Kristallstrukturen der Metalle, Gleitsysteme, Barlow-Packungen, Lanthanoide, Jagodzinski-Symbolik, Effektive Koordinationszahl, Strukturtypen, Spinelle, Olivine, Perowskite, Anti-/Ferroelektrizität, Bändertheorie, Bloch-Wellen, Bandstrukturen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> Solid-State and Structural Chemistry (V) 				1,5 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt) >> Studienbüro	<ul style="list-style-type: none"> Solid-State and Structural Chemistry (V) 	LP 2	P (Std) 21	S (Std) 22	PV (Std) 16
	Gesamtaufwand	2	21	22	16
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	F. Hoffmann, Faszination Kristalle und Symmetrie, Springer Spektrum, Berlin, 1. Aufl., 2016 , 331 S. ISBN-13: 978-3658095802 F. Hoffmann, Solid-State Chemistry, De Gruyter, 1st Ed., 2023 , 382 pp., ISBN-13: 978-3110657241				

Modultitel	Advanced Physical Chemistry
Modulnummer/-kürzel	CHE 103
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Pflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Mews
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die wesentlichen Aussagen der kinetischen Gastheorie erklären und haben eine detaillierte Vorstellung von der Energieverteilung und den Stoßprozessen in der Gasphase. Die Studierenden können vibronische und

	elektronische Übergänge skizzieren, beschreiben und differenzieren. Ferner sind die Studierenden in der Lage, den atomaren/molekularen Aufbau von Festkörpern zu beschreiben, verstehen die Entstehung von Bändern und können Materialeigenschaften, insbesondere optische und elektronische Prozesse im Festkörper, ableiten.				
Inhalt	Kinetische Gastheorie und Anwendung auf Gasgesetze, Geschwindigkeitsverteilung, Freie Weglänge und Stoßtheorie, Gruppentheorie und Anwendung auf Schwingungen, Elektronische Übergänge, Auswahlregeln und chemische Bindungen. Elektronische Eigenschaften großer Moleküle und Festkörper, Bandstrukturmodelle. Statistische Mechanik, Zustandssumme, QM Modelle, Anwendung auf thermodynamische Funktionen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie für Fortgeschrittene (V) b) Übungen zur Physikalischen Chemie für Fortgeschrittene (Ü)			3 SWS 1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Physikalische Chemie für Fortgeschrittene	LP 4,5	P (Std) 42	S (Std) 56	PV (Std) 37
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie für Fortgeschrittene	1,5	14	31	
	Gesamtaufwand	6	56	87	37
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Grundlagen der Physikalischen Chemie, W. J. Moore, de Gruyter Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium				

Weitere Pflichtmodule

Modultitel:	Abschlussmodul - Masterarbeit
Modulnummer/-kürzel	PHY-N-MA
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Zur Masterarbeit kann zugelassen werden, wer alle Pflichtmodule erfolgreich abgeschlossen und mindestens 75 Leistungspunkte, inkl. der Projektstudie, erworben hat.
Modulverantwortliche(r)	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer der Fachbereiche Physik und Chemie.
Lehrende	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer der Fachbereiche Physik und Chemie.
Sprache	Englisch
Qualifikationsziele	Die Kandidatin oder der Kandidat ist in der Lage, sich innerhalb der vorgegebenen Frist in eine Problemstellung der aktuellen Forschung in dem Fach einzuarbeiten, geeignete wissenschaftliche Methoden zunehmend selbstständig anzuwenden und die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darzustellen.
Inhalt	Die Masterarbeit bildet den Abschluss des Masterstudiums. Die Masterarbeit besteht aus <ul style="list-style-type: none"> der Durchführung eines Forschungs- bzw. wissenschaftlichen

	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsprojekts, • experimentelle und/oder theoretische Bearbeitung des Themas, • der Auswertung und der Aufbereitung der Ergebnisse, • der schriftlichen Dokumentation der Ergebnisse durch Abfassen der Masterthesis, • einer mündlichen Präsentation der Ergebnisse in einem Vortrag und wissenschaftliche Diskussion. <p>Die Ergebnisse sollen in der Regel zu einer wissenschaftlichen Publikation beitragen.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Selbstständige wissenschaftliche Arbeit 				30 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Selbstständige wissenschaftliche Arbeit 	LP 30	P (Std)	S (Std) 830	PV (Std) 70
	Gesamtaufwand (davon 2 LP ABK)	30		830	70
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): schriftliche Masterarbeit und Kolloquium (benotet). Das Kolloquium geht zu 1/6 in die Note des Abschlussmoduls ein. Sprache der Prüfung: Englisch</p>				
Dauer	900 Stunden Arbeitsaufwand innerhalb von maximal 6 Monaten.				
Häufigkeit des Angebots	jedes Semester				

Modultitel:	Projektstudie				
Modulnummer/-kürzel	PHY-N-PS				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Pflichtmodul 				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Modulverantwortliche(r)	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer der Fachbereiche Physik und Chemie.				
Lehrende	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer der Fachbereiche Physik und Chemie.				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Mit der Bearbeitung vorbereitender Aufgabenstellungen haben sich die oder der Studierende die speziellen experimentellen und/oder theoretischen Methoden und die Kenntnis des Gebietes soweit erarbeitet, dass sie oder er sie zur Bearbeitung von Fragestellungen, aus dem das Thema der Master-Arbeit stammen soll, erfolgreich anwenden kann. Planung und Strukturierung des vorgesehenen Forschungsprojektes.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Einarbeitung in das Themengebiet, - Einarbeitung in die theoretischen und/oder experimentellen - Arbeitstechniken und Hilfsmittel, - Bearbeitung von Teilaspekten, - Formulierung eines Arbeits- und Zeitplans. 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Selbstständige wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung 				15 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Selbstständige wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung 	LP 15	P (Std)	S (Std) 390	PV (Std) 60
	Gesamtaufwand (davon 2 LP ABK)	15		390	60
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Projektabschluss (benotet) Sprache der Prüfung: Englisch</p>				

Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	jedes Semester

Wahlpflichtmodule der Physik

Modultitel:	Application of Synchrotron Radiation in Nanoscience				
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E404				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN, XU) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN, XU) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Nanochemie I & II, Methoden moderner Röntgenphysik I				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Dorota Koziej				
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die Eigenschaften der Synchrotronstrahlung erläutern, experimentelle Methoden wie SAXS, Pulverdiffraktometrie und Total Xray scattering beschreiben und anwenden, Messdaten auswerten sowie geeignete Messstrategien für die strukturelle Charakterisierung von Nanopartikeln auswählen und begründen. <i>After successful completion of the module, students are able to explain the properties of synchrotron radiation, describe and apply experimental methods such as SAXS, powder X-ray diffraction and total X-ray scattering, analyze measurement data, and select appropriate experimental strategies for the structural characterization of nanoparticles.</i>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Prinzipien und Theorie der Pulver-Röntgendiffraktion (PXRD) - Grundlagen der Kleinwinkel-Röntgenstreuung (SAXS) und zeitaufgelöster Techniken (TS) - Experimentelle Datenerfassung und Analysemethoden - Strahlzeitexperimente am Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) - Probenpräparation und experimenteller Aufbau - Praktische Messungen in Kleingruppen - Workshop-basierte Auswertung experimenteller Daten - <i>Principles and theory of powder X-ray diffraction (PXRD)</i> - <i>Fundamentals of small-angle X-ray scattering (SAXS) and time-resolved techniques (TS)</i> - <i>Experimental data acquisition and analysis methods</i> - <i>Beamline experiments at Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)</i> - <i>Sample preparation and experimental setup</i> - <i>Hands-on measurements in small student groups</i> - <i>Workshop-based analysis of experimental data</i> 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Lectures & E-Learning: Exercises (sample preparation synchrotron experiments, data analysis):			2 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Lectures & E-Learning:	3	28	32	30
	Exercises (sample preparation synchrotron experiments, data analysis):	2	28	32	0

	Gesamtaufwand	5	56	64	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Hausarbeit (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	To be announced during the course				

Modultitel:	Complex Materials
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E405
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Chemistry (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik and Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): (only 6 Semester, compulsory elective module) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Introductory courses in Physical Chemistry, Physics or Nanochemistry
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Dorota Koziej, Prof. Dr. Nadja C. Bigall
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache	Englisch oder Deutsch
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden nanoskalige Bausteine gezielt entwerfen und herstellen, die zugrunde liegenden chemischen und physikalischen Prozesse erläutern sowie Konzepte zur hierarchischen Assemblierung funktionaler Materialien anwenden und auf aktuelle Fragestellungen der Nanotechnologie übertragen. <i>After successful completion of the module, students are able to design and fabricate nanoscale building blocks, explain the underlying chemical and physical processes, apply concepts of hierarchical assembly of functional materials, and transfer the acquired knowledge to current challenges in nanotechnology.</i>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Synthese von 0D-, 1D-, 2D- und 3D-Bausteinen im Nano- und Mikrometerbereich - Physikalische Eigenschaften von Nanomaterialien (Größenquantisierung, plasmonische Effekte, Superparamagnetismus) - Batch- und Flow-Chemie-Verfahren - Synthesemethoden für anorganische und polymere Nanomaterialien - Assemblierung von Bausteinen zu hierarchischen Strukturen (nm–cm) - Selbstorganisation und gerichtete Assemblierungsstrategien - Dispersionsbasierte Beschichtungsverfahren - 2D- und 3D-Druck von funktionalen Materialien - Herstellung makroskopischer Architekturen (z. B. Aerogele) - Anwendung von Nanomaterialkonzepten auf funktionale Materialien - Praktische Laborumsetzung eigener Projektideen - <i>Synthesis of 0D, 1D, 2D, and 3D nanoscale building blocks (nm–μm)</i> - <i>Physical properties of nanomaterials (size quantization, plasmonic effects,</i>

	<i>superparamagnetism)</i> - Batch and flow chemistry techniques - Synthesis methods for inorganic and polymeric nanomaterials - Assembly of building blocks into hierarchical structures (nm–cm) - Self-assembly and directed assembly strategies - Dispersion-based coating methods - 2D and 3D printing of functional materials - Fabrication of macroscopic architectures (e.g. aerogels) - Application of nanomaterial concepts to functional material design - Practical laboratory implementation of student projects				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Complex Materials (V): Project work:				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Complex Materials (V):	5	42	54	54
	Project work:	1	14	16	0
	Gesamtaufwand	6	56	70	54
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Erfolgreiches Erbringen von Studienleistungen und regelmäßige Teilnahme am Projekt. Prüfungsart: Referat (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	To be announced during the course				

Modultitel:	Fundamentals of Photovoltaics
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E408
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Physik V (B.Sc.)
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Christian Schroer
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache	Englisch
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Grundlagen der photovoltaischen Energieumwandlung zu erläutern und auf verschiedene Solarzellkonzepte anzuwenden. Sie können unterschiedliche Solarzelltechnologien hinsichtlich Wirkungsgrad, Materialsystemen und technologischer Umsetzung vergleichen und bewerten. Zudem sind sie befähigt, theoretische, technische und ökonomische Limitierungen der Photovoltaik kritisch einzuordnen und grundlegende Fertigungsprozesse von Solarzellen zu beschreiben. <i>After successful completion of the module, students will be able to explain the physical principles of photovoltaic energy conversion and apply them to different solar cell</i>

	<i>concepts. They can compare and evaluate various solar cell technologies with respect to efficiency, material systems, and technological implementation. Furthermore, they are able to critically assess theoretical, technical, and economic limitations of photovoltaics and describe basic fabrication processes of solar cells.</i>				
Inhalt	<p>Es werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konzept photovoltaischer Energieerzeugung - Theoretische, technische und ökonomische Grenzen der Photovoltaik - Technologie verschiedener Solarzellentypen - Fabrikation von Solarzellen <p><i>The following topics will be covered:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Concept of photovoltaic energy generation</i> - <i>Theoretical, technical and economic limits of photovoltaics</i> - <i>Technology of different types of solar cells</i> - <i>Fabrication of solar cells</i> 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Fundamentals of Photovoltaics (V):				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Fundamentals of Photovoltaics (V):	3	28	32	30
	Gesamtaufwand	3	28	32	30
Studien- /Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Projektabschluss (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.				

Modultitel:	Methods in Nanobiotechnology I
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E410
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Wolfgang Parak
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache	Englisch
Qualifikationsziele	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden moderne Methoden und Aspekte der Nanobiotechnologie und sind für wissenschaftliche Arbeiten in dieser Thematik vorbereitet. Die Studierenden können fachliche Primärliteratur zum Thema verstehen, einordnen, und auch zusammenfassend vortragen.</p> <p><i>After successful completion of the module, the students know modern methods and aspects of nanobiotechnology and are prepared for scientific work in this topic. The</i></p>

	<i>students are able to understand and classify technical primary literature on the topic and also present it in summary form.</i>				
Inhalt	<p>In diesem Kurs werden grundlegende Methoden der Nanobiotechnologie vorgestellt und diskutiert. Der Fokus dieses Moduls liegt in der Synthese von Materialien, besonders der von Kolloiden, und deren Charakterisierung. Experimentelle Techniken und Hintergrundinformationen über Messapparaturen werden behandelt. Als Beispiele werden die Synthese kolloidaler Nanopartikel und Mikropartikel, die Funktionalisierung von Oberflächen, Reinigungsmethoden, Bestimmung von Partikelgrößen und Partikeltrennungsprozessen, Bioconjugation, photophysikalische Grundlagen, u.s.w. behandelt.</p> <p><i>In this course, basic methods of nanobiotechnology are presented and discussed. The focus of this module is on the synthesis of materials, especially colloids, and their characterization. Experimental techniques and background information on measurement applications will be covered. Examples covered include synthesis of colloidal nanoparticles and microparticles, functionalization of surfaces, purification methods, determination of particle sizes and particle separation processes, bioconjugation, photophysical principles, etc.</i></p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Methods in Nanobiotechnology I (V): Exercises in Methods in Nanobiotechnology I (Ü): Practical: Methods in Nanobiotechnology I (P):			2 SWS 2 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Methods in Nanobiotechnology I (V):	3	28	32	30
	Exercises in Methods in Nanobiotechnology I (Ü):	2	28	32	0
	Practical: Methods in Nanobiotechnology I (P):	2	28	32	0
	Gesamtaufwand	7	84	96	30
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Referat (50%) und Praktikumsabschluss (schriftliche Ausarbeitung und Kolloquium, 50%) (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.				

Modultitel:	Methods in Nanobiotechnology II
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E411
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich</u> : Keine <u>Empfohlen</u> : Keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Wolfgang Parak
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik

Sprache	Englisch					
Qualifikationsziele	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben Studierenden Kenntnis von modernen Methoden und Aspekten der Nanobiotechnologie. Sie sind für wissenschaftliche Arbeiten in dieser Thematik vorbereitet und können fachliche Primärliteratur zum Thema verstehen, einordnen, und auch zusammenfassend vortragen.</p> <p><i>After successful completion of the module, students have knowledge of modern methods and aspects of nanobiotechnology. They are prepared for scientific work in this topic and can understand, classify and also summarize technical primary literature on the topic.</i></p>					
Inhalt	<p>In diesem Kurs werden grundlegende Methoden der Nanobiotechnologie vorgestellt und diskutiert. Der Fokus dieses Moduls liegt in der Synthese von Materialien, besonders der von Kolloiden, und deren Charakterisierung. Experimentelle Techniken und Hintergrundinformationen über Messapparaturen werden behandelt. Als Beispiele werden die Synthese kolloidaler Nanopartikel und Mikropartikel, die Funktionalisierung von Oberflächen, Reinigungsmethoden, Bestimmung von Partikelgrößen und Partikeltrennungsprozessen, Bioconjugation, photophysikalische Grundlagen, usw. behandelt.</p> <p><i>In this course, basic methods of nanobiotechnology are presented and discussed. The focus of this module is on the synthesis of materials, especially colloids, and their characterization. Experimental techniques and background information on measurement applications will be covered. Examples covered include synthesis of colloidal nanoparticles and microparticles, functionalization of surfaces, purification methods, determination of particle sizes and particle separation processes, bioconjugation, photophysical principles, etc.</i></p>					
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Methods in Nanobiotechnology II (V): Exercises in Methods in Nanobiotechnology II (Ü): Practical: Methods in Nanobiotechnology II (P):			2 SWS	2 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)	
	Methods in Nanobiotechnology II (V):	3	28	32	30	
	Exercises in Methods in Nanobiotechnology II (Ü):	2	28	32	0	
	Practical: Methods in Nanobiotechnology II (P):	2	28	32	0	
	Gesamtaufwand	7	84	96	30	
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Referat (50%) und Praktikumsabschluss (schriftliche Ausarbeitung und Kolloquium, 50%) (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Dauer	Ein Semester					
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester					
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.					

Modultitel:	Nanostructure Physics I
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E414
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN)

	Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Nanostrukturphysik A oder Physik IV (= Festkörperphysik)				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Dorota Koziej				
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die physikalischen Grundlagen von Halbleiter-Nanostrukturen erläutern, Herstellungsverfahren wie PVD und CVD vergleichen, Transportphänomene in niedrigdimensionalen Systemen analysieren sowie Eigenschaften und Anwendungen von 0D-, 1D- und 2D-Nanostrukturen bewerten. <i>After successful completion of the module, students are able to explain the physical foundations of semiconductor nanostructures, compare fabrication methods such as PVD and CVD, analyze transport phenomena in low-dimensional systems, and evaluate properties and applications of 0D, 1D and 2D nanostructures.</i>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Halbleiterphysik und des Ladungsträgertransports - Halbleitergrenzflächen und klassische Halbleiterbauelemente - Herstellungsverfahren (PVD, CVD) für Filme und Heterostrukturen - Mikro- und Nanostrukturierungstechniken - Transport in niedrigdimensionalen Elektronensystemen - Halbleiter-Nanostrukturen (0D, 1D, 2D) und heterostrukturierte Bauelemente - Anwendungen halbleitender Nanostrukturen (optische und energiebezogene Bauelemente) - Graphen und andere zweidimensionale Materialien - <i>Fundamentals of semiconductors and charge carrier transport</i> - <i>Semiconductor interfaces and classical semiconductor devices</i> - <i>Fabrication methods (PVD, CVD) for films and heterostructures</i> - <i>Micro- and nanostructuring techniques</i> - <i>Transport in low-dimensional electron systems</i> - <i>Semiconductor nanostructures (0D, 1D, 2D) and heterostructured devices</i> - <i>Applications of semiconducting nanostructures (optical and energy devices)</i> - <i>Graphene and other two-dimensional materials</i> 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Nanostructure Physics I (V): Exercises in Nanostructure Physics I (Ü):				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Nanostructure Physics I (V):	6	56	62	62
	Exercises in Nanostructure Physics I (Ü):	2	28	32	0
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.				

Modultitel:	Vertiefungspraktikum zur Nanostrukturphysik: Oberflächenphysik und Magnetismus
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E415
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN)
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Nanostrukturphysik II: Oberflächenphysik und Magnetismus In Einzelfällen kann das Praktikum auch Vorlesungs-begleitend durchgeführt werden.
Modulverantwortliche(r)	PD Dr. Kirsten von Bergmann, PD Dr. Jens Wiebe
Lehrende	Mitglieder der Arbeitsgruppen PD Dr. Kirsten von Bergmann, PD Dr. Jens Wiebe, Prof. Dr. Roland Wiesendanger
Sprache	Deutsch oder Englisch
Qualifikationsziele	<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, ausgewählte experimentelle und theoretische Techniken anzuwenden, die für die Forschung in den Bereichen Oberflächenphysik und Oberflächenmagnetismus erforderlich sind. Insbesondere lernen sie, wie sie Forschungsvorhaben planen und dokumentieren sowie ihre Ergebnisse analysieren, interpretieren und präsentieren. Durch praktische Arbeit in einem aktiven Forschungsumfeld werden die Inhalte des Moduls Nanostrukturphysik: Oberflächenwissenschaft und Magnetismus (PHY-MV-FN-E04) auf der Grundlage der Anwendung der Techniken auf aktuelle wissenschaftliche Probleme vertieft.</p> <p><i>After successfully completing this module, the students will be able to perform selected experimental and theoretical techniques which are needed in order to do research in surface science and surface magnetism; in particular they will learn how to plan and document the research procedures, and how to analyse, interpret and present their results. Through practical work in an active research environment, the contents of the module Nanostructure Physics: surface science and magnetism (PHY-MV-FN-E04) will be deepened on the basis of the application of the techniques to current scientific problems.</i></p>
Inhalt	<p>Praktische Projektarbeit zu einem didaktisch bedeutsamen Problem, das in ein aktuelles Forschungsthema der Gruppe eingebettet ist (experimentell oder theoretisch, je nach Präferenz), basierend auf den Inhalten des Moduls Nanostrukturphysik: Oberflächenwissenschaft und Magnetismus (PHY-MV-FN-E04). Das Modul umfasst einen praktischen Teil mit einer Dauer von etwa 5 Tagen, in dem die Studierenden an dem Projekt arbeiten, und einem anschließenden Hausarbeitsteil, in dem die Studierenden die Ausarbeitung vornehmen.</p> <p>Mögliche Themen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Präparation und Charakterisierung einer Einkristalloberfläche mittels LEED, Auger-Elektronenspektroskopie und Rastertunnelmikroskopie oder Rasterkraftmikroskopie. - Untersuchung des temperaturabhängigen Wachstums ultradünner magnetischer Schichten auf einer metallischen Einkristalloberfläche und deren Charakterisierung mittels oberflächensensitiver Methoden - Untersuchung des Phasenraums nicht-kollinearer Spintexturen auf der Grundlage von Monte-Carlo-Simulationen, Spin-Dynamik-Simulationen oder innerhalb eines mikromagnetischen Modells.

	<p>- Simulation und Analyse von Magnetisierungskurven und Spin-Anregungsspektren unter Verwendung eines effektiven Heisenberg-ähnlichen Spin-Hamilton-Operators.</p> <p><i>Practical project work on an educationally meaningful problem embedded in a recent research topic of the group (experimental or theoretical according to preference) based on the contents of the module Nanostructure Physics: surface science and magnetism (PHY-MV-FN-E04). The module has a practical part with a duration of about 5 days, where the students work on the project, and a subsequent homework part, where the students do the elaboration.</i></p> <p><i>Possible subjects are:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - preparation and characterization of a single crystal surface using LEED, Auger electron spectroscopy, and scanning tunnel microscopy or atomic force microscopy. - study of the temperature-dependent growth of ultrathin magnetic films on a metallic single crystal surface, and their characterization via surface sensitive methods - investigation of the phase space of non-collinear spin textures based on Monte-Carlo simulations, spin-dynamics simulations, or within a micromagnetic model. - simulation and analysis of magnetization curves and spin-excitation spectra using an effective Heisenberg-like Spin-Hamiltonian. 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Praktische Vertiefung (P) 				3 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum (P) 	LP 3	P(Std) 40	S (Std) 50	PV (Std)
	Gesamtaufwand	3	40	50	
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Prüfungsart: Praktikumsabschluss (benotet) Sprache der Prüfung: Deutsch oder Englisch</p>				
Dauer	Blockveranstaltung von etwa 2 Wochen, Gruppen von jeweils 2 Studierenden, Termine und Themen nach Absprache.				
Häufigkeit des Angebots	jedes Semester				

Modultitel:	Nanostructure Physics II: Surface Science and Magnetism
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E416
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich</u> : Keine <u>Empfohlen</u> : Quantenphysik/Quantenchemie und Nanostrukturphysik A, B bzw. Physik III (= Quantenphysik & Statistische Physik) und Physik IV (= Festkörperphysik)
Modulverantwortliche(r)	PD Dr. Kirsten von Bergmann, PD Dr. Jens Wiebe
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache	Englisch oder Deutsch

Qualifikationsziele	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden grundlegende Konzepte der Oberflächenphysik und des Magnetismus in reduzierten Dimensionen erläutern, experimentelle Methoden der Oberflächencharakterisierung und Niedrigtemperaturphysik anwenden und bewerten, magnetische Wechselwirkungen identifizieren sowie komplexe magnetische Zustände und deren Dynamik analysieren und in den Kontext aktueller Forschungsentwicklungen einordnen.</p> <p><i>After successful completion of the module, students are able to explain fundamental concepts of surface science and magnetism in reduced dimensions, apply and assess experimental methods for surface characterization and low-temperature physics, identify magnetic interactions, and analyze complex magnetic states and their dynamics in the context of current research.</i></p>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Ultrahochvakuum- und Tieftemperaturtechnologie - Oberflächenstrukturen und Überstrukturen - Oberflächencharakterisierung mit Elektronen- und Photonentechniken - Rastersondenmethoden (spin- und zeitaufgelöst) - Magnetowiderstandseffekte - Komplexe magnetische Ordnung (Spinspiralen, Skyrmionen) - Elektronische Oberflächenstruktur (Oberflächenzustände, Rashba-Effekt) - Dimensionalitätseffekte im Bandmagnetismus - Verallgemeinerte quantenmechanische und semiklassische Heisenberg-Modelle und magnetische Wechselwirkungen - Spin-Bahn-Kopplung im Oberflächenmagnetismus - Magnetisierungsdynamik (Spinwellen, Landau-Lifshitz-Gilbert-Gleichung) - Aktuelle Themen (topologische Isolatoren, magnetische Skyrmionen, topologische Supraleiter, Majorana-Zustände) - <i>Ultra-high-vacuum and low-temperature technology</i> - <i>Surface structures and superstructures</i> - <i>Surface characterization using electron- and photon-based methods</i> - <i>Scanning probe techniques (spin- and time-resolved)</i> - <i>Magnetoresistance effects</i> - <i>Complex magnetic order (including spin spirals, skyrmions)</i> - <i>Surface electronic structure (including surface states, Rashba effect)</i> - <i>Dimensionality effects in band magnetism</i> - <i>Generalized quantum mechanical and semiclassical Heisenberg models and magnetic interactions</i> - <i>Spin-orbit coupling in surface magnetism</i> - <i>Magnetization dynamics (spin waves, Landau-Lifshitz-Gilbert equation)</i> - <i>Current topics (topological insulators, magnetic skyrmions, topological superconductors, Majorana states)</i> 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Nanostructure Physics II (V): Exercises in Nanostructure Physics II (Ü):				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Nanostructure Physics II (V):	6	56	62	62
	Exercises in Nanostructure Physics II (Ü):	2	28	32	0
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Erfolgreiche Erbringung von Studienleistungen (60 Prozent der Punkte in den Übungen) Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel:	Nanostructure Physics III: Nano-Bio-Interfaces
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E417
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich</u> : Keine <u>Empfohlen</u> : Grundlagen der Physik und Chemie (B.Sc.)
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Robert H. Blick
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache	Englisch oder Deutsch
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, zentrale physikalische und biophysikalische Prozesse an Bio- und Nanogrenzflächen zu erklären und quantitativ zu beschreiben. Sie können Transport-, Wechselwirkungs- und Strukturphänomene an Grenzflächen analysieren und geeignete experimentelle Methoden zur Untersuchung bio-nanophysikalischer Systeme einordnen. Darüber hinaus sind sie befähigt, Anwendungen in Mikrofluidik, Sensorik und Biomedizin physikalisch zu bewerten. <i>After successful completion of the module, students will be able to explain and quantitatively describe key physical and biophysical processes at bio- and nano-interfaces. They can analyze transport, interaction, and structural phenomena at interfaces and classify appropriate experimental methods for studying bio-nanophysical systems. Furthermore, they are able to assess applications in microfluidics, sensing, and biomedicine from a physical perspective.</i>
Inhalt	I Einführung II Grundlagen - Kraft und Energie - Thermodynamische Potentiale - Diffusion - Debye-Hückel Abschirmung, Zeta-Potential III Bio- und Nanogrenzflächen - Physikalische Beschreibung organischer und anorganischer Grenzflächen - Biophysikalische Grenzflächen - Oberflächenspannung und Osmose - Zellmembranen - Elektrische Eigenschaften von Zellmembranen und Ionentransfer - Aufbau und Raumstruktur von Proteinen - Protein-Protein- / Protein-Oberflächen-Wechselwirkungen - AFM-Kraftspektroskopie: Kraftinduzierte Sekundärstrukturänderungen - Enzymkatalyse durch Tunneleffekt VI Anwendungen - Mikrofluidik - Implantatoberflächen in der Forschung - Bioelektronische Devices - Biosensoren und in-vitro/in-vivo Diagnostik - <i>Fundamentals of forces, energy and thermodynamic potentials</i> - <i>Diffusion and electrostatic screening (Debye-Hückel, zeta potential)</i> - <i>Organic and inorganic interfaces</i> - <i>Biophysical interfaces and surface phenomena</i> - <i>Surface tension and osmosis</i> - <i>Cell membranes and ion transport</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Electrical properties of cell membranes</i> - <i>Protein structure and conformation</i> - <i>Protein–protein and protein–surface interactions</i> - <i>AFM force spectroscopy</i> - <i>Enzyme catalysis and tunneling effects</i> - <i>Microfluidics applications</i> - <i>Implant surface technologies</i> - <i>Bioelectronic devices</i> - <i>Biosensors and in-vitro/in-vivo diagnostics</i> 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Nanostructure Physics III (V):				4 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Nanostructure Physics III (V):	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	6	56	62	62
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Biophysics: A Physiological Approach, Patrick F. Dillon, Cambridge University Press, 2012. - Bioelectronics Handbook: MOSFETs, Biosensors, and Neurons, Massobrio, Giuseppe, McGraw-Hill Companies, 1998. MIT Open course ware http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/(3-051j) - Intermolecular and Surface Forces, 2nd ed., J.N. Israelachvili, Academic Press, London, 1992. - Biomaterials: Protein–Surface Interactions, R.A. Latour, in Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering, 2005. 				

Modultitel:	Nanostructure Physics IV - Nanobiotechnology and Energy Materials
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E418
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich</u> : Keine <u>Empfohlen</u> : Keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Robert H. Blick; Prof. Dr. Arwen Ruth Pearson
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache	Englisch oder Deutsch
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können Studierende die wesentlichen Forschungsergebnisse der Anwendung von Nanostrukturen und Nanomaterialien in den Bereich Medizin und Biotechnologie zusammenfassen. Auch hinsichtlich

	Energiespeicherung und Energieerzeugung mittels Nanomaterialien werden sie entsprechende Kenntnisse besitzen. <i>After successfully completing the module, students will be able to summarize the main research results on the application of nanostructures and nanomaterials in the fields of medicine and biotechnology. Also, regarding energy storage and energy generation using nanomaterials they will have gained basic insights.</i>				
Inhalt	Aktuelle Forschungsergebnisse sollen in regelmäßigen Turnus abwechseln aus dem zwei Themenfeldern Energiematerialien oder Nanobiotechnologie vorgestellt werden und hierbei besonders die interdisziplinären Aspekte innerhalb der Nanowissenschaften mit den Themenfeldern Physik, Chemie, Biologie, Ingenieurwissenschaften und Medizin hervorgehoben werden. <i>Current research results are to be presented in regular rotation, alternating between the two thematic fields of energy materials or nanobiotechnology, with particular emphasis on the interdisciplinary aspects within the nanosciences with the thematic fields of physics, chemistry, biology, engineering sciences and medicine.</i>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Nanostructure Physics IV (V): Exercises in Nanostructure Physics IV (Ü):				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Nanostructure Physics IV (V): Exercises in Nanostructure Physics IV (Ü):	3 1	28 14	32 16	30 0
	Gesamtaufwand	4	42	48	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.				

Modultitel	Soft Matter Physics
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E419
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN)
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich</u> : Keine <u>Empfohlen</u> : Keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andreas Stierle
Lehrende	Priv.-Doz. Dr. Thomas F. Keller
Sprache	Deutsch oder Englisch

Qualifikationsziele	<p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis für Polymerphysik entwickelt und haben Einblick in die Struktur und das Phasenverhalten von Polymeren gewonnen. Darüber hinaus haben sie geeignete Methoden zur Charakterisierung von Polymeren und deren Eigenschaften kennengelernt, die in der aktuellen Forschung Anwendung finden.</p> <p><i>Having successfully accomplished the module, students shall have developed a fundamental understanding of the physics of polymers and have gained insight into their structure and phase behaviour. They will have learned suitable experimental techniques to characterize polymers and to investigate their properties, which are used in today's research on polymer systems.</i></p>				
Inhalt	<p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis für Polymerphysik entwickelt und haben Einblick in die Struktur und das Phasenverhalten von Polymeren gewonnen. Darüber hinaus haben sie geeignete Methoden zur Charakterisierung von Polymeren und deren Eigenschaften kennengelernt, die in der aktuellen Forschung Anwendung finden.</p> <p><i>Having successfully accomplished the module, students shall have developed a fundamental understanding of the physics of polymers and have gained insight into their structure and phase behaviour. They will have learned suitable experimental techniques to characterize polymers and to investigate their properties, which are used in today's research on polymer systems.</i></p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Polymerphysik / Soft Matter Physics (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Polymerphysik / Soft Matter Physics (V)	LP 3	P(Std) 28	S (Std) 28	PV (Std) 28
	Gesamtaufwand	3	28	28	28
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Modulabschlussprüfung: mdl. oder schriftl. Prüfung (benotet)</p> <p>Sprache: in der Regel Deutsch</p> <p>Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Polymer Physics (Chemistry), Michael Rubinstein, Ralph H. Colby Fundamentals of Polymer Science, M. M. Coleman, P. C. Painter				

Modultitel:	Quantum Transport and Experimental Quantum Physics
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E420
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich</u> : Keine <u>Empfohlen</u> : Grundlagen der Elektrodynamik und Quantenmechanik (B.Sc.)
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Robert H. Blick
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache	Englisch oder Deutsch

<p>Qualifikationsziele</p>	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierende ein vertieftes Wissen zu den wichtigen Prinzipien der Halbleiter- und Festkörperphysik und grundlegendes zu neuen, exotischen Materiezuständen.</p> <p>Sie besitzen das Verständnis zu wichtigen Quanteneffekte in Festkörpern und deren experimentellen Untersuchungsmethoden.</p> <p>Die Studierenden wissen, wie modere Halbleiterstrukturen aufgebaut sind und wie sie zu Nanostrukturen prozessiert werden können. Sie verstehen, unter welchen Bedingungen Quanteneffekte in Halbleitern auftreten, wie sie physikalisch zu interpretieren sind und wie sie experimentell untersucht werden. Die Studierenden kennen die Anwendungen der modernen Messtechniken von Halbleitern bei Temperaturen ≤ 4.2 Kelvin und besitzen die nötigen Grundlagen, um auf dem Gebiet des Quantentransports experimentell arbeiten zu können.</p> <p><i>After successful completion of the module, students have an in-depth knowledge of the important principles of semiconductor and solid-state physics and fundamental knowledge of new, exotic states of matter.</i></p> <p><i>They have an understanding of important quantum effects in solids and their experimental investigation methods.</i></p> <p><i>The students know how modern semiconductor structures are constructed and how they can be processed into nanostructures. They understand under which conditions quantum effects occur in semiconductors, how they are to be interpreted physically and how they are investigated experimentally. The students know the applications of modern measurement techniques of semiconductors at temperatures ≤ 4.2 Kelvin and have the necessary basics to be able to work experimentally in the field of quantum transport.</i></p>
<p>Inhalt</p>	<p>I Einführung</p> <p>II Grundlagen der Festkörper- und Halbleiterphysik (ca. 15% der VL)</p> <p>Bandstrukturen</p> <p>Eigenschaften der Ladungsträger</p> <p>III Grundlagen der Halbleitertechnologie (ca. 15%)</p> <p>Wachstum von Halbleitern</p> <p>Prozessierung, Strukturierung und Reinraumtechnologien</p> <p>Charakterisierungsmethoden</p> <p>IV Quanteneffekte und Quantentransport (ca. 60%)</p> <p>Transport von Ladungsträgern</p> <p>Wechselwirkungen und Defekte</p> <p>Quantisierung durch Einschlusspotentiale und Magnetfelder</p> <p>Quanten-Hall-Effekte und Graphen</p> <p>Topologische Systeme</p> <p>Quanteneffekte in Nanostrukturen</p> <p>V Messmethoden und Technologien (ca. 10%)</p> <p>Grundlagen der Tieftemperaturphysik (4.2 Kelvin bis Millikelvin-Bereich)</p> <p>Grundlagen der Messdatenaufnahme für Transport bei tiefen Temperaturen (Messmethoden und Datenaufnahme/Programmierung)</p> <p><i>I Introduction</i></p> <p><i>II Fundamentals of solid state and semiconductor physics (approx. 15% of the VL)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>band structures</i> - <i>Properties of charge carriers</i> <p><i>III Fundamentals of semiconductor technology (approx. 15%)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Growth of semiconductors</i> - <i>Processing, structuring and clean room technologies</i> - <i>Characterisation methods</i> <p><i>IV Quantum effects and quantum transport (approx. 60%)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Transport of charge carriers</i> - <i>Interactions and defects</i> - <i>Quantisation by confinement potentials and magnetic fields</i> - <i>Quantum Hall effects and graphene</i> - <i>Topological systems</i> - <i>Quantum effects in nanostructures</i>

	<i>V Measurement Methods and Technologies (approx. 10%)</i> - Fundamentals of low-temperature physics (4.2 Kelvin to millikelvin range) - Fundamentals of measurement data acquisition for transport at low temperatures (Measurement methods and data acquisition/pro)				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Quantum Transport and Experimental Quantum Physics (V): Exercises in Quantum Transport and Experimental Quantum Physics (Ü):			2 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Quantum Transport and Experimental Quantum Physics (V):	3	28	32	30
	Exercises in Quantum Transport and Experimental Quantum Physics (Ü):	1	14	8	8
	Gesamtaufwand	4	42	40	38
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Referat und mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	- Semiconductor Nanostructures: Quantum states and electronic transport, Thomas Ihn, Oxford Univ. Press, 2011 - The physics of low-dimensional semiconductors: an introduction, John H. Davies, Cambridge Univ. Press, 2009 - Semiconductor spintronics, Thomas Schäpers, De Gruyter, 2016 - Introduction to the Physics of Electrons in Solids, Henri Alloul, Springer-Verlag, 2011				

Modultitel:	Seminar on Nanophysics and Nanotechnology
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E423
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Physik IV (= Festkörperphysik) oder Nanostrukturphysik A und B
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Roland Wiesendanger
Lehrende	Prof. Dr. Roland Wiesendanger
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Qualifikationsziele	Studierende haben vertiefte Kenntnisse über und Einblicke in aktuelle Entwicklungen der Forschung in der Festkörper- und Nanostrukturphysik. Die Studierende kennen moderne Festkörper- und Nanostrukturphysik, durch Behandlung aktueller Fragen mittels experimenteller Methoden. Sie haben vertieftes Fachwissen, um eine Master-Arbeit im Gebiet der experimentellen Festkörper- und Nanostrukturphysik erfolgreich durchführen zu können. <i>Students have in-depth knowledge of and insight into current developments in research in solid state and nanostructure physics.</i> <i>Students know modern solid state and nanostructure physics, by addressing current questions using experimental methods. They have in-depth knowledge to be able to successfully carry out a Master's thesis in the field of experimental solid state and nanostructure physics.</i>

Inhalt	Vertiefung aktueller Themen der Festkörper- und Nanostrukturphysik Experimentelle Methoden der Festkörper- und Nanostrukturphysik <i>Deepening of current topics in solid state and nanostructure physics</i> <i>Experimental methods of solid state and nanostructure physics</i>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Seminar on Nanophysics and Nanotechnology (S)				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Seminar on Nanophysics and Nanotechnology (S)	LP 3	P(Std) 28	S (Std) 32	PV (Std) 30
	Gesamtaufwand	3	28	32	30
Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Referat (benotet) Sprache der Prüfung: Deutsch oder Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	jedes Semester				

Modultitel:	Biophysical Methods
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E425
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN, BP) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN, BP)
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr Arwen Pearson, Prof. Dr. Rainer Kaufmann
Lehrende	Arwen Pearson, Rainer Kaufmann,
Sprache	Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben umfassende Kenntnisse physikalischer Analysemethoden in der modernen Biophysik. Sie erhalten ein Verständnis dafür, wie diese Werkzeuge angewendet und kombiniert werden können, um reale wissenschaftliche Herausforderungen im breiten Bereich der Biophysik zu bewältigen. <i>A broad knowledge of physical analytical methods in modern biophysics. Understanding of how these tools can be applied and combined to tackle real-world scientific challenges in the broad area of biophysics.</i>
Inhalt	Fachvorträge zu einer Vielzahl biophysikalischer Methoden, darunter unter anderem elektronische und Schwingungsspektroskopie, Magnetresonanzspektroskopie, Massenspektrometrie, Röntgenstreuung und -beugung, computergestützte Modellierung und Simulation, Elektronenmikroskopie, Fluoreszenz- und Superauflösungsmikroskopie, kalorimetrische und spektroskopische Methoden zur Untersuchung der Ligandenbindung sowie Kinetik. <i>Specialist lectures covering a wide range of biophysical methods including, but not limited to, electronic and vibrational spectroscopy, magnetic resonance spectroscopies, mass spectrometry, X-ray scattering and diffraction, computational modelling and simulation, electron microscopy, fluorescence and super resolution microscopy, calorimetric and spectroscopic methods to study ligand binding, and kinetics.</i>

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> Biophysical Methods (V) 				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> Biophysical Methods (V) 				LP 3
	Gesamtaufwand				P(Std) 28
					S (Std) 32
					PV (Std) 30
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Sprache: in der Regel Englisch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Wahlpflichtmodule der Chemie

Modultitel	Organische Chemie III
Modulnummer/-kürzel	CHE 017
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 081 A, CHE 031 und 014 BC
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Meier
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen vertiefte Fachkompetenz auf dem Gebiet der organischen Chemie mit einem besonderen Schwerpunkt auf komplexen Reaktionsmechanismen und modernen Syntheseverfahren zur stereoselektiven sowie zur stereospezifischen Synthese. Sie kennen die Prinzipien stereoselektiver Synthesemethoden und relevante Modellvorstellungen zur Interpretation und Vorhersage der Selektivität stereoselektiver Reaktionen. Sie können die Produktbildung und Selektivitäten bei stereoselektiven Reaktionen analysieren und interpretieren sowie die Machbarkeit und Selektivität unbekannter Transformationen vorhersagen. Sie können Syntheseverfahren hinsichtlich ihrer Effizienz analysieren und bewerten und können eigenständig diastereo- und enantioselektive Synthesen chiraler Zielmoleküle konzipieren und planen. Sie beherrschen Methoden zur Analyse von Reaktionsmechanismen, Intermediaten und Produkten bzw. Gemischen.
Inhalt	Prinzipien der Stereochemie, stereoselektiver Synthese, komplexer Reaktionsmechanismen und moderner Syntheseverfahren: Stereochemie (Begriffe, Definitionen, Typen chiraler Moleküle, Nomenklatur); Verfahren zur Bestimmung der absoluten Konfiguration und zur Bestimmung der optischen Reinheit; Enantiomerentrennung Stereoselektive Synthese: Chiral Pool-Synthese, Chirale Auxiliare (z. B. Enders, RAMP/SAMP, Evans (Oxazolidinone), Seebach (Taddole)), Reagenz-, Substrat- und Ligand-kontrollierte Synthesen, Zimmermann-Traxler-Übergangszustand, doppelte Stereodifferenzierung, Hammond-Postulat; asymmetrische Katalyse (z. B. Sharpless-Oxidationen; Enzyme in der Synthese); Stereochemie dynamischer Prozesse

	<p>Einfluss der Konformation auf Reaktivität (Anomerer Effekt, gauche-Effekt), Carbonylreaktionen mit C- und H-Nucleophilen (Stereoselektivität und Modellvorstellungen: Cram-Modell, anti-Cram-Produkte, Felkin-Anh-Modell, Cram-Chelat-Kontrolle; Substrat- versus Reagenzkontrolle; Curtin-Hammett-Prinzip)</p> <p>Eliminierungen (Produktkontrolle; E-, Z-selektive Synthesemethoden und Olefinierungen)</p> <p>Übergangsmetall-katalysierte Reaktionen (Alkenylierungen, Arylierung, Alkinylierung, Metathese)</p> <p>¹³C- und ²D-NMR sowie die Kombination von NMR mit anderen spektroskopischen Methoden wie IR, UV/Vis und MS sowie die Bestimmung von Enantiomerenüberschüssen mittels NMR</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<p>a) Organische Chemie III (V)</p> <p>b) Übungen zur Organischen Chemie III (Ü)</p>				<p>3 SWS</p> <p>1 SWS</p>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Vorlesung	3	28	42	20
	b) Übung	1,5	13	23	9
	Gesamtaufwand	4,5	41	65	29
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Modulprüfung: Klausur (benotet)</p> <p>Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Brückner, Reaktionsmechanismen				

Modultitel	Quantenchemie I
Modulnummer/-kürzel	CHE 107
Verwendbarkeit	<p>M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul</p> <p>B.Sc. Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul Chemie</p> <p>M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul Chemie</p>
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: keine</p> <p>Empfohlen: Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik</p>
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Herrmann
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die theoretischen Grundlagen der Hartree-Fock-Theorie und der Dichtefunktionaltheorie zu erklären, vergleichend zu diskutieren und zu bewerten, sowie sich diese Grundlagen eigenständig abzuleiten basierend auf den Grundlagen der Quantenmechanik.
Inhalt	<p>1) Grundlagen der Quantenmechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operatoren und Observablen, Erwartungswerte, zeitabhängige und zeitunabhängige Schrödingergleichung - Konstruktion des Hamiltonoperators für Moleküle - Born–Oppenheimer-Näherung - Pauli-Prinzip

	<ul style="list-style-type: none"> - Näherungsansätze für die Wellenfunktion (Hartree-Produkt, Slaterdeterminante, Spin- und Raumorbitale) - Interpretation der Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsdichte - Variationsprinzip - Störungstheorie - Atomare Einheiten <p>2) Mathematische Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vektoren - Matrizen - Determinanten - Unitäre Transformationen - Eigenwertgleichungen - Lineare Operatoren <p>3) Hartree-Fock-Theorie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definition von Slater-Determinanten über den Antisymmetrisierungsoperator - Erwartungswerte und Matrixelemente von Ein- und Zweiteilchenoperatoren für Slaterdeterminanten (insbesondere Energieerwartungswert) - Coulomb- und Austauschintegrale - Coulomb-, Austausch- und Fock-Operator - Ableitung des Hartree-Fock-Gleichungen anhand des Variationsprinzips - Invarianz von Erwartungswerten unter unitären Transformationen der Orbitale - Koopmans Theorem - Brillouin-Theorem - Hartree-Fock-Theorie für Closed-Shell-Systeme (Restricted Hartree-Fock (RHF)) - Hartree-Fock-Gleichungen in Basisdarstellung - Dichtematrix - Fockmatrix - Symmetrische Orthogonalisierung der Basis - Self-Consistent-Field-Algorithmus - Moleküleigenschaften aus Hartree-Fock-Theorie in Basisdarstellung; Populationsanalyse - Hartree-Fock-Theorie für Open-Shell-Systeme (Unrestricted Hartree-Fock (UHF)) - Basissätze in praktischen quantenchemischen Berechnungen - Grenzen der Anwendbarkeit <p>4) Einführung Dichtefunktionaltheorie (DFT):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hohenberg-Kohn-Theoreme - Kohn-Sham-DFT, technischer und konzeptioneller Vergleich mit der Hartree-Fock-Theorie - Grenzen der Anwendbarkeit 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Quantenchemie I / Quantum Chemistry I (V) b) Übungen zur Quantenchemie I / Exercises for Quantum Chemistry I (Ü)			2 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Quantenchemie I b) Übungen zur Quantenchemie I	LP 3 3	P(Std) 28 28	S(Std) 50 50	PV(Std) 12 12
	Gesamtaufwand	6	56	100	24
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet)				

Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungssprache: i.d.R. Englisch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Jens Reinhold, „Quantentheorie der Moleküle“, Springer, 5. Auflage 2015 . Attila Szabo und Neil S. Ostlund, „Modern Quantum Chemistry“, Dover 1996 . Frank L. Pilar, „Elementary Quantum Chemistry“, Dover 1990 (2. Auflage). Frank Jensen, „Introduction to Computational Chemistry“, Wiley 2016 (3. Auflage).

Modultitel	Quantenchemie II				
Modulnummer/-kürzel	CHE 135				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul B.Sc. Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul Chemie M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: CHE 134 Quantenchemie I und Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Herrmann				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die theoretischen Grundlagen korrelierter Wellenfunktions- und dichtefunktionaltheoretischer Methoden zu erklären, vergleichend zu diskutieren und zu bewerten, sowie sich diese Grundlagen eigenständig abzuleiten basierend auf den Grundlagen der Quantenmechanik. Dazu lernen Sie die mathematischen Grundlagen der zweiten Quantisierung kennen und können damit theoretische Modelle ableiten, analysieren und vergleichen. Sie kennen die Grenzen der Gültigkeit verschiedener Näherungen und können für eine konkrete Fragestellung die Wahl einer geeigneten Näherung begründen und hinterfragen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Wiederholung Grundlagen der Quantentheorie und Hartree-Fock-Theorie - Vertiefung Born-Oppenheimer-Näherung (Grenzen der Gültigkeit) - Zweite Quantisierung - Multikonfigurationsmethoden: MCSCF/CASSCF, Configuration Interaction (CI) - Störungstheoretische Methoden: MP2, CASPT2 - Coupled-Cluster-Theorie - Dichtefunktionaltheorie (DFT): Vertiefung formaler Aspekte Fakultativ: zeitabhängige Methoden, neue Korrelationsmethoden, Elektronentransfer und -transport, Green's-Funktionen in der Chemie, Relativistische Quantenchemie, magnetische Eigenschaften				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Quantenchemie II (V)			2 SWS	
	b) Übungen zur Quantenchemie II (Ü)			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Quantenchemie II	3	28	50	12
	b) Übungen zur Quantenchemie II	3	28	50	12
	Gesamtaufwand	6	56	100	24

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Prüfungsart: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Attila Szabo und Neil S. Ostlund, „Modern Quantum Chemistry“, Dover 1996 . Frank Jensen, „Introduction to Computational Chemistry“, Wiley 3. Aufl. 2016 . Trygve Helgaker, Poul Jorgensen und Jeppe Olsen, „Molecular Electronic Structure Theory“, Wiley 2000 . Robert G. Parr and Weitao Yang, “Density-Functional Theory of Atoms and Molecules”, Oxford Science Publications, New York 1989 . Abraham Nitzan, “Chemical Dynamics in Condensed Phases: Relaxation, Transfer, and Reactions in Condensed Molecular Systems”, Oxford University Press, Oxford 2006 . Markus Reiher, Alexander Wolf, „Relativistic Quantum Chemistry“, Wiley-VCH, Weinheim, 2. Auflage 2015 .

Modultitel	Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems
Modulnummer/-kürzel	CHE 136
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie und M M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik sowie grundlegende Python Kenntnisse
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Carmen Herrmann und Dr. Michael Deffner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, verschiedene Modelle und Mechanismen der elektrischen Leitfähigkeit für unterschiedliche Systeme zu erklären, diskutieren und zu bewerten. Sie sind in der Lage, numerische Modelle zu konstruieren und mit diesen Simulationen durchzuführen.
Inhalt	Geeignet als Ergänzung zum Modul CHE 139 (Nanoelektronik und -sensorik). Detaillierte Einführung in verschiedene Modelle der elektrischen Leitfähigkeit, mit einem Fokus auf die Phänomene und Konzepte in der molekularen Elektronik, Spintronik und anderer nanoskopischer Systeme. Besprochen werden unter anderem: <ul style="list-style-type: none"> - Wieso molekulare Elektronik und Spintronik? - Verschiedene Transport-Mechanismen (Tunneln, Hopping) – woraus muss man bei der theoretischen Beschreibung achten? - Ladungstransport durch Nanopartikel und Nanopartikelnetzwerke - Zusammenhang Struktur-Leitwert - Quanteninterferenz – wieso leiten manche Moleküle deutlich schlechter als strukturell sehr ähnliche? - Einfluss von Magnetfeldern und ungepaarten Spins, helikale Moleküle als Spinfilter - Moleküle als Gleichrichter - Schaltbare Moleküle - Molekulare Optoelektronik - Mechanische Kontrolle - Transport durch zweidimensionale Systeme - Welche Anwendungsmöglichkeiten gibt es? Diese Themen werden ergänzt durch Simulationen und Modelle, welche von den Studierenden selber durchgeführt oder angepasst werden.

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 42	PV (Std) 20
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Prüfungsart: Referat oder Hausarbeit (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch oder Hausarbeit				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Sustainable Soft Materials – Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 137 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemistry: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Physikalischen Chemie und der Makromolekularen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. V. Abetz				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Qualifikationsziele	Kennen der Charakteristika von Soft Matter und verschiedener dazugehöriger Stoffklassen, insbesondere Polymere, Netzwerke, Gele, Vitrimere und Kolloide. Kenntnis von nachhaltigen Synthesemethoden für solche Materialien. Anwendung dieser Kenntnisse in einem Referat über eine Fachpublikation im Seminar mit anschließender Diskussion.				
Inhalt	Nachhaltige Synthesen sowie die Herstellung und Charakterisierung polymerer Materialien, Netzwerke, Gele, Vitrimere und kolloidaler Systeme. Beziehungen zwischen chemischer Struktur der Materialien und ihren Phasen in Substanz und in Lösung sowie deren physikalischen Eigenschaften (Mechanik, Optik).				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Sustainable Soft Materials (V)				1 SWS
	b) Sustainable Soft Materials (S)				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Sustainable Soft Materials (V)	1,5	14	21	10
	b) Sustainable Soft Materials (S)	1,5	14	11	20
	Gesamtaufwand	3,0	28	32	30
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Referat (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Doi „Soft Matter Physics“, Lodge, Hiemenz „Polymer Chemistry“, Strobl „The Physics of Polymers“				

Modultitel	Sustainable Soft Materials - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 137 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemistry: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Sustainable Soft Materials – Vorlesungsmodul Empfohlen: Praktika der Anorganischen und Organischen Chemie, Praktika der Physikalischen Chemie und der Technischen und Makromolekularen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. V. Abetz, Dr. B. Hankiewicz, Dr. A. Meyer, Dr. M. Radjabian				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Qualifikationsziele	Erwerben praktischer Erfahrung auf dem Gebiet der Herstellung und Charakterisierung von polymeren Materialien bzw. Kolloiden mit Methoden nachhaltiger (grüner) Chemie oder Erfahrung in der theoretischen Behandlung solcher Materialien. Die Fähigkeit zu eigenständigem Arbeiten und eigenständiger Forschungsplanung soll innerhalb eines Forschungsprojektes in Kooperation mit einem Team in einem Arbeitskreis erworben werden, das Protokoll soll im Stil einer wissenschaftlichen Veröffentlichung erstellt werden und dient der Fähigkeit, Texte für eine Publikation zu erstellen.				
Inhalt	Herstellung und Charakterisierung oder theoretische Arbeiten in Themengebieten des Vorlesungsmoduls Sustainable Soft Materials – Vorlesungsmodul.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Sustainable Soft Materials (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Sustainable Soft Materials (P)	6	56	56	68
	Gesamtaufwand	6	56	56	68
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss mit Protokoll (75%) und Referat im Arbeitskreis (25%) (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	im Wintersemester und Sommersemester				
Literatur	Doi „Soft Matter Physics“, Lodge, Hiemenz „Polymer Chemistry“, Strobl „The Physics of Polymers“				

Modultitel	Laser Spectroscopy of Nanostructures				
Modulnummer/-kürzel	CHE 138 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemistry: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 103 Empfohlen: Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik und Spektroskopie				
Modulverantwortliche(r)	Dr. T. Kipp, Prof. Dr. A. Mews				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die Konzepte von Lasern sowie der optischen Spektroskopie nanoskaliger Materialien.				

	Die Studierenden verstehen Zusammenhänge von quantenmechanischen Übergängen mit optischen Spektren.				
Inhalt	Licht-Materie-Wechselwirkung und ihre Beschreibung, Prinzipielle Funktionsweise von Lasern, Laserresonatoren, Erzeugung ultrakurzer Laserpulse, Beispiele von Lasern für Spektroskopie an Nanostrukturen, Zeitaufgelöste Spektroskopie: Photonenzählen und Pump-Probe-Verfahren, Frequenz aufgelöste Spektroskopie: Raman und Photolumineszenz, Ortsaufgelöste Methoden: Konfokale Mikroskopie				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Laserspektroskopie an Nanostrukturen (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Laserspektroskopie an Nanostrukturen - Vorlesung	3	28	28	34
	Gesamtaufwand	3	28	28	34
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: i.d.R. mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Meschede: Optik, Licht und Laser, Svelto: Principles of Lasers, Demtröder: Laser Spectroscopy 1, Lakowicz: Principles of Fluorescence Spectroscopy, ergänzt durch aktuelle Zeitschriftenartikel.				

Modultitel	Laser Spectroscopy of Nanomaterials
Modulnummer/-kürzel	CHE 138 B
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemistry: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul Chemie
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 138 A, CHE 103 Empfohlen: Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik und Spektroskopie
Modulverantwortliche(r)	Dr. T. Kipp, Prof. Dr. A. Mews
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse und praktische Kompetenzen in Gebieten der optischen Spektroskopie nanoskaliger Materialien. Die Studierenden führen dazu anspruchsvolle präparative und analytische Experimente durch: Analysieren unterschiedlicher dynamischer Prozesse in nanokristallinen Festkörpern. Analysieren der Signalentstehung unterschiedlicher Spektroskopieverfahren. Sie kooperieren innerhalb des Teams der gastgebenden Arbeitsgruppe. Die Studierenden organisieren ihre praktische Arbeit im Labor und planen Experimente oder experimentelle Reihen. Dazu recherchieren sie die notwendige Literatur und fassen diese im Protokoll zusammen. In dem Protokoll dokumentieren sie auch die durchgeführten Experimente und bewerten die erarbeiteten Ergebnisse.
Inhalt	Licht-Materie-Wechselwirkung und ihre Beschreibung, Prinzipielle Funktionsweise von Lasern, Laserresonatoren, Erzeugung ultrakurzer Laserpulse, Beispiele von Lasern für Spektroskopie an Nanostrukturen, Zeitaufgelöste Spektroskopie: Photonenzählen und Pump-Probe-Verfahren, Frequenz aufgelöste Spektroskopie: Raman und Photolumineszenz, Ortsaufgelöste Methoden: Konfokale Mikroskopie

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen (Pr)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen (Pr)	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		6	90	45	45
	Gesamtaufwand	6	90	45	45
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur	Meschede: Optik, Licht und Laser, Svelto: Principles of Lasers, Demtröder: Laser Spectroscopy 1, Lakowicz: Principles of Fluorescence Spectroscopy, ergänzt durch aktuelle Zeitschriftenartikel.				

Modultitel	Nanomaterials in Optics, Electronics, and Sensors
Modulnummer/-kürzel	CHE 139
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul Chemie
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen zur Anorganischen und Physikalischen Chemie (CHE 101 und CHE 103)
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Mews, Dr. T. Vossmeier
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse der optischen und elektronischen Eigenschaften von Nanomaterialien und ihren Anwendungsmöglichkeiten als Sensoren. Diese dienen den Studierenden bei der selbstständigen, wissenschaftlichen Bearbeitung von physikalisch-chemischen Fragestellungen als Grundlage für nachhaltige Lösungsansätze. Die Studierenden kennen die spezifischen optischen und elektronischen Eigenschaften von Nanomaterialien und können diese den Funktionsprinzipien unterschiedlicher elektronischer Bauteile und Sensortypen zuordnen. Sie verstehen grundlegende Zusammenhänge der Festkörperphysik und können diese zur Bewertung der Vor- und Nachteile verschiedener Sensortypen für unterschiedliche Anwendungsbedarfe verwenden. Sie können die Funktionsweise von Sensoren mit optischer oder elektrischer Signaltransduktion auf der Grundlage klassischer und quantenmechanischer Modelle sowie der Verwendung von Ersatzschaltbildern analysieren und deuten. Die Studierenden sind befähigt, fachspezifische Literaturrecherchen auszuführen. Sie sind in der Lage, für gegebene Anwendungsprobleme Lösungsvorschläge für die Konstruktion geeigneter Sensoren aus Nanomaterialien zu erarbeiten.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Herstellung metallischer und halbleitender Nanomaterialien - Spektroskopische und mikroskopische Methoden zur Charakterisierung von Nanomaterialien - Optische und elektrische Eigenschaften metallischer und halbleitender Nanostrukturen

	<ul style="list-style-type: none"> - Funktionsprinzip elektrischer Bauteile auf der Basis von Nanostrukturen - Funktionsprinzipien chemischer und physikalischer Sensoren - Sensoren aus Nanomaterialien mit optischer Signaltransduktion - Sensoren aus Nanomaterialien mit elektrischer Signaltransduktion - Beispiele zur aktuellen Forschung: Vorteile von Nanomaterialien zur Konstruktion hoch empfindlicher chemischer und physikalischer Sensoren 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Nanomaterialien in Optik, Elektronik und Sensorik (V) b) Nanomaterialien in Optik, Elektronik und Sensorik (S)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Nanomaterialien in Optik, Elektronik und Sensorik (V)	4,5	42	56	37
	b) Nanomaterialien in Optik, Elektronik und Sensorik (S)	1,5	14	14	17
	Gesamtaufwand	6	56	70	54
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Referat (benotet, 40 %) und Klausur (benotet, 60 %) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung angegeben				

Modultitel	Quantenchemie III
Modulnummer/-kürzel	CHE 143
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul Chemie M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Quantenchemie I/II und Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik
Modulverantwortliche(r)	Dr. J. Tölle, Prof. Dr. C. Herrmann
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die theoretischen Grundlagen von Quanteneinbettungsverfahren zu erklären, vergleichend zu diskutieren und zu bewerten, sowie sich diese Grundlagen eigenständig abzuleiten basierend auf den Grundlagen der Quantenmechanik. Dazu lernen Sie die Grundlagen der Green's-Funktionentheorie in Vielkörperstörungstheorie kennen und können damit theoretische Modelle ableiten, analysieren und vergleichen. Sie kennen die Grenzen der Gültigkeit verschiedener Näherungen und können für eine konkrete Fragestellung die Wahl einer geeigneten Näherung begründen und hinterfragen.
Inhalt	- Wiederholung Grundlagen der Quantentheorie: Zweite Quantisierung, Hartree-Fock-Theorie, Dichtefunktionaltheorie (DFT) - Green's-Funktionen in Many-Body Perturbation Theory - Multiskalenmethoden:

	<ul style="list-style-type: none"> * QM/MM: Grundlagen und Limitierungen * Subsystem DFT: Grundlagen, Anwendungen und Limitierungen * Density Matrix Embedding Theory: Grundlagen, Anwendungen und Limitierungen * Dynamical Mean-Field Theory: Grundlagen aus Sicht der Quantenchemie, Anwendungen und Limitierungen - Praktische Aspekte von Multiskalenmethoden; Aktuelle Aspekte von Multiskalenmethoden und Entwicklungen - Grundlagen der Quantendynamik / des Elektronentransports in Nanostrukturen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Quantenchemie III (V) b) Übungen zur Quantenchemie III (Ü)				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Quantenchemie III (V)	3	28	50	12
	b) Übungen zur Quantenchemie III (Ü)	3	28	50	12
	Gesamtaufwand	6	56	100	24
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: i.d.R. Kolloquium, abweichend mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Attila Szabo und Neil S. Ostlund, „Modern Quantum Chemistry“, Dover 1996 . A. L. Fetter, J. D. Walecka, „Quantum Theory of Many-Particle Systems“, Dover 2003 . Frank Jensen, „Introduction to Computational Chemistry“, Wiley 3. Aufl. 2016 . Trygve Helgaker, Poul Jorgensen und Jeppe Olsen, „Molecular Electronic Structure Theory“, Wiley 2000 . Robert G. Parr and Weitao Yang, „Density-Functional Theory of Atoms and Molecules“, Oxford Science Publications, New York 1989 . Abraham Nitzan, „Chemical Dynamics in Condensed Phases: Relaxation, Transfer, and Reactions in Condensed Molecular Systems“, Oxford University Press, Oxford 2006 .				

Modultitel	Introduction to Membrane Technology
Modulnummer/-kürzel	CHE 146
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemistry: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Physikalischen Chemie, Anorganischen Chemie und der Technischen und Makromolekularen Chemie
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. V. Abetz
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Qualifikationsziele	Kennen der verschiedenen membranbasierten Trennverfahren und ihrer Einsatzgebiete, Anwenden der Kenntnisse aus der Thermodynamik und Kinetik um Stofftransportmechanismen in porösen und nichtporösen Membranen erklären zu können, Anwenden von Kenntnissen aus der makromolekularen und anorganischen Chemie um Eigenschaften von Membranmaterialien diskutieren zu können.
Inhalt	Membranmaterialien, Membranherstellung, Stofftransport in Membranen, Membranmodule, Membranverfahren (Mikro- und Ultrafiltration, Nanofiltration, Gastrennung, Umkehrosmose, Dialyse, Elektrodialyse).

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Membrantechnologie (V) b) Seminar zur Membrantechnologie (S)				1 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Einführung in die Membrantechnologie	1,5	14	22	9
	b) Seminar zur Membrantechnologie	1,5	14	25	6
	Gesamtaufwand	3	28	47	15
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Referat (benotet), abweichend Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Heinrich Strathmann: Introduction to Membrane Science and Technology				

Modultitel	Biohybrid nanostructures - Vorlesungsmodul
Modulnummer/-kürzel	CHE 163 A
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul Chemie M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie und Biochemie
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. T. Beck
Sprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen Kenntnisse zum Einsatz von Biomolekülen für das Design und die Synthese von biohybriden Nanostrukturen, die aus Biomolekülen und anorganischen Komponenten bestehen. Diese Kenntnisse dienen den Studierenden bei der selbstständigen Bearbeitung von wissenschaftlichen Fragestellungen als Grundlage für die Entwicklung eigener Lösungsansätze. Dazu kennen die Studierenden die Grundlagen der Proteinstrukturbestimmung und die Möglichkeiten des Proteindesigns. Die Studierenden verstehen die verschiedenen Methoden zur Charakterisierung von Nanostrukturen inkl. ihrer Stärken und Limitationen und können beurteilen, welche Methoden bei diskutierten Fragestellungen einzusetzen sind. Sie können Methoden zur Anordnung von Nanostrukturen diskutieren und die kollektiven Eigenschaften von Nanomaterialien erklären. Die Studierenden haben gelernt, mögliche Anwendungen von biohybriden Nanostrukturen zu analysieren und können auswählen, welche Bausteine für die jeweilige Anwendung geeignet sind.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Biomineralization and bio-template-based synthesis of nanostructures - Biomolecules (proteins, DNA) as building blocks for nanomaterials - Protein and enzyme design - Methods for protein structure elucidation, especially protein crystallography - Inorganic nanoparticle synthesis - Characterization of nanostructures using modern methods such as SAXS, DLS, SANS, electron microscopy, synchrotron methods - Collective properties of nanomaterials - Arrangement of nanoscale building blocks into ordered structures - Applications of biohybrid nanostructures

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biohybrid nanostructures (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Biohybrid nanostructures	LP 3	P(Std) 28	S(Std) 42	PV(Std) 20
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: i.d.R. mündliche Prüfung, Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur					

Modultitel	Biohybrid Nanostructures - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 163 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodul Chemie M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Modul CHE 163 A Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie und Biochemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. T. Beck				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen Kenntnisse und praktische Kompetenzen im Gebiet der biohybriden Nanostrukturen. Dazu führen sie anspruchsvolle präparative und analytische Experimente durch und kooperieren innerhalb des Teams der gastgebenden Arbeitsgruppe. Die Studierenden organisieren ihre praktische Arbeit im Labor und planen Experimente oder experimentelle Reihen. Dazu recherchieren sie die notwendige Literatur und fassen diese in einem Abschlussbericht zusammen. Im Abschlussbericht dokumentieren sie auch die durchgeführten Experimente und bewerten die erarbeiteten Ergebnisse.				
Inhalt	Der Inhalt orientiert sich am konkreten Forschungsprojekt. Eines oder mehrere der folgenden Themen werden dabei abgedeckt: <ul style="list-style-type: none"> - Biotemplat-basierte Synthese von Nanopartikeln - Synthese von biohybriden Nanostrukturen - Proteindesign und Proteinredesign - Proteinproduktion und Proteinaufreinigung - Kristallisation von biohybriden Materialien und Proteinkristallographie - Charakterisierungsmethoden für biohybride Nanostrukturen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Praktikum Biohybrid nanostructures (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Biohybrid nanostructures	LP 6	P(Std) 160	S(Std) 0	PV(Std) 20
	Gesamtaufwand	6	160	0	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet)				

Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungssprache: i.d.R. Englisch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Sonstige Vertiefungsmodule:

Modultitel:	Introduction to the Physics of Medical Imaging (Biomedical Physics I)				
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E301				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Erika Garutti; Prof. Dr. Florian Grüner				
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die physikalischen Grundlagen moderner medizinischer Bildgebungsverfahren erläutern, Unterschiede und Einsatzgebiete von PET, SPECT, MRI und CT vergleichen, Bildgebungsparameter wie Auflösung und Sensitivität bewerten sowie physikalische Konzepte zur Optimierung diagnostischer Verfahren anwenden.</p> <p><i>After successful completion of the module, students are able to explain the physical principles of modern medical imaging techniques, compare applications of PET, SPECT, MRI and CT, evaluate imaging parameters such as resolution and sensitivity, and apply physical concepts to optimize diagnostic methods.</i></p>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der medizinischen Bildgebung und Therapie - Physikalische Grenzen medizinischer Bildgebungstechniken - Räumliche Auflösung und Empfindlichkeit in der Bildgebung - Bildgebung von Tumorgewebe und diagnostische Anwendungen - Aktuelle Entwicklungen in medizinischer Bildgebung und Therapie (Journal Club) - Analyse und Diskussion wissenschaftlicher Publikationen - <i>Principles of medical imaging and therapy</i> - <i>Physical limitations of medical imaging techniques</i> - <i>Spatial resolution and sensitivity in medical imaging</i> - <i>Imaging of tumour tissue and diagnostic applications</i> - <i>Current developments in medical imaging and therapy (Journal Club)</i> - <i>Analysis and discussion of scientific publications</i> 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Introduction to the Physics of Medical Imaging (V): Exercises in Introduction to the Physics of Medical Imaging (Ü):				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Introduction to the Physics of Medical Imaging (V):	3	28	32	30
	Exercises in Introduction to the Physics of Medical Imaging (Ü):	2	28	32	0

	Gesamtaufwand	5	56	64	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	- J. L. Prince and J. M. Links: Medical imaging: signals and systems, Prentice Hall, 2006; - C. Grupen and I. Buvat: Handbook of Particle Detection and Imaging; - W. R. Leo: Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer.				

Modultitel:	Introduction to Cellular Biophysics (Biomedical Physics II)
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E302
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich</u> : Keine <u>Empfohlen</u> : Keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Arwen Ruth Pearson
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache	Englisch
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die biophysikalischen Grundlagen von Makromolekülen, Zellen und Geweben erläutern, zentrale Prozesse wie Zellzyklus, Stoffwechsel und Homöostase analysieren, krankheitsrelevante molekulare Veränderungen bewerten sowie experimentelle Bildgebungs- und Detektionsmethoden in einen physiologischen Kontext einordnen. <i>After successful completion of the module, students are able to explain the biophysical foundations of macromolecules, cells and tissues, analyze key processes such as the cell cycle, metabolism and homeostasis, evaluate disease-related molecular changes, and place imaging and detection methods into a physiological context.</i>
Inhalt	In diesem Kurs werden wir die Grundlagen der makromolekularen, zellulären und Gewebestruktur und -architektur aus biophysikalischer Sicht behandeln. Wir werden die Grundlagen des Metabolismus und der Homöostase, insbesondere der Regulation des Zellzyklus, behandeln, um die Veränderungen auf molekularer Ebene zu verstehen, welche mit dem Ausbruch der Krankheit verbunden sind. Dieser Kurs zielt darauf ab, die in „Biomedical Physics I“ vorgestellten Bildgebungs- und Detektionswerkzeuge in einen physiologischen Kontext zu stellen. Wir werden auch das Potenzial für kombinierte bildgebende und therapeutische Ansätze diskutieren. Im Journal Club werden diese Themen im Hinblick auf die modernsten Entwicklungen in den Bereichen analysiert. Die Studierenden lernen auch, wie sie eine wissenschaftliche Publikation strukturieren und diskutieren können. Insbesondere werden folgende Themen im Kurs vorgestellt: - Makromolekulare Struktur und Funktion; - Die Architektur der Zelle; - biologische Homöostase; - Der Zellzyklus; - Stoffwechselwege und Regulierung;

	<ul style="list-style-type: none"> - Intra- und Interzellularkommunikation; - Therapeutische Liefermittel. <p><i>In this course we will cover the basics of macromolecular, cellular and tissue structure and architecture from a biophysical perspective. We will cover the basics of metabolism and homeostasis, especially the regulation of the cell cycle, in order to understand the changes at the molecular level associated with the onset of disease. This course aims to put the imaging and detection tools presented in "Biomedical Physics I" into a physiological context. We will also discuss the potential for combined imaging and therapeutic approaches.</i></p> <p><i>In Journal Club, these topics will be analysed in light of cutting-edge developments in the fields. Students will also learn how to structure and discuss a scientific publication.</i></p> <p><i>In particular, the following topics will be presented in the course:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Macromolecular structure and function; - The architecture of the cell; - Biological homeostasis; - The cell cycle; - Metabolic pathways and regulation; - Intra- and intercellular communication; - Therapeutic delivery agents. 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Introduction to Cellular Biophysics (V): Journal Club:			2 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Introduction to Cellular Biophysics (V): Journal Club:	3 2	28 28	32 32	30 0
	Gesamtaufwand	5	56	64	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Physical Biology of the Cell, Phillips, Kondev, Theriot & Orme. Garland Scientific.				

Modultitel:	Physics of Radiation Therapy I (Biomedical Physics III)
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E303
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich</u> : Keine <u>Empfohlen</u> : Keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Florian Grüner
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik und FAK Medizin
Sprache	Englisch

Qualifikationsziele	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die physikalischen Grundlagen des Strahlungstransports erläutern, Wechselwirkungen ionisierender Strahlung mit Materie analysieren, Dosisberechnungen für strahlentherapeutische Anwendungen durchführen sowie die Rolle multimodaler Bildgebung in der Bestrahlungsplanung bewerten.</p> <p><i>After successful completion of the module, students are able to explain the physical principles of radiation transport, analyze interactions of ionizing radiation with matter, perform dose calculations for radiotherapy applications, and evaluate the role of multimodal imaging in treatment planning.</i></p>				
Inhalt	<p>In diesem Modul werden wir die grundlegenden Aspekte der Physik der Strahlentherapie und des Strahlenschutzes kennenlernen und den Schwerpunkt in den Strahlungstransport und die Dosisberechnung legen. Die Anwendung von multimodaler medizinischer Bildgebung in der Zielvolumen-Definition und der Bestrahlungsplanung werden außerdem diskutiert und analysiert.</p> <p>Die Teilnahmen an den Modulen "Biomedical Physics I" und "Biomedical Physics II" sind keine Voraussetzung für dieses Modul.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wechselwirkungen von Photonen und geladenen Teilchen mit Materie - Strahlungstransport und Monte-Carlo-Methoden - Dosisberechnung in der Strahlentherapie - Grundlagen von CT, PET/SPECT und MRT - Multimodale Bildgebung in der Strahlentherapie - Zielvolumendefinition und Bestrahlungstechniken - Grundlagen der Bestrahlungsplanung <p><i>In this module we will learn the basic aspects of the physics of radiotherapy and radiation protection and focus on radiation transport and dose calculation. The application of multimodal medical imaging in target volume definition and radiation planning will also be discussed and analysed.</i></p> <p><i>Participation in the modules "Biomedical Physics I" and "Biomedical Physics II" are not prerequisites for this module.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Interactions of photons and charged particles with matter - Radiation transport and Monte Carlo methods - Dose calculation in radiotherapy - Basics of CT, PET/SPECT and MRI - Multimodal imaging in radiotherapy - Target volume definition and irradiation techniques - Basics of radiation treatment planning 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Physics of Radiation Therapy I (V):				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Physics of Radiation Therapy I (V):	3	28	32	30
	Gesamtaufwand	3	28	32	30
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - P. Mayles, A. Nahum, J. C. Rosenwald (Eds.), Handbook of Radiotherapy Physics – Theory and Practice, Taylor & Francis (2007); - M. Goitein, Radiation Oncology: A Physicist's-Eye View, Springer (2008). 				

Modultitel:	Physics of Radiation Therapy II (Biomedical Physics IV)	
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E304	
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul	
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Keine	
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Florian Grüner	
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik	
Sprache	Englisch	
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die Grundlagen der Physik der Strahlentherapie. Außerdem haben sie Grundkenntnisse in der physikalischen und biologischen Optimierung eines Bestrahlungsplanes und der Anwendung verschiedener Bestrahlungstechniken und den Behandlungskonzepten für einige Tumorentitäten <i>The students know the basics of the physics of radiation therapy. They also have basic knowledge of the physical and biological optimisation of a radiation treatment plan and the application of different radiation techniques and treatment concepts for some tumour entities.</i>	
Inhalt	<p>In diesem Modul werden Sie einen Einblick in die grundlegenden Aspekte der Physik in der Strahlentherapie und der mathematischen Modellierung in der Strahlenbiologie gewinnen, mit einem Schwerpunkt in den Bestrahlungstechniken und Therapiekonzepten. Aufbauend auf die Inhalte des Moduls „Biomedical Physics III“, werden wir den aktuellen Stand von Bestrahlungsplanung, Bestrahlungstechniken und Anwendung von multimodaler Bildgebung in der Strahlentherapie, insbesondere von beweglichen Tumoren diskutieren und analysieren.</p> <p>Während einer praktischen Abendsitzung in der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie werden die Studierende die Möglichkeit haben, die grundlegenden Messdaten für die dosimetrische Charakterisierung eines medizinischen Linearbeschleunigers aufzunehmen und die Ergebnisse zu analysieren.</p> <p>Folgende Aspekte werden hier behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bestrahlungstechniken und neue Bestrahlungsmethoden in moderner Strahlentherapie - Optimierungstechniken für die Bestrahlungsplanung - Dosimetrie und Qualitätssicherung in der Strahlentherapie - Behandlung beweglicher Tumore - Grundlagen der Fraktionierung und der fünf “R” der Strahlentherapie <p><i>In this module you will gain an insight into the fundamental aspects of physics in radiotherapy and mathematical modelling in radiobiology, with a focus on radiation techniques and therapy concepts. Building on the content of the module "Biomedical Physics III", we will discuss and analyse the current state of radiation planning, radiation techniques and application of multimodal imaging in radiotherapy, especially of moving tumours.</i></p> <p><i>During a practical evening session at the Department of Radiotherapy and Radiation Oncology, students will have the opportunity to record the basic measurement data for the dosimetric characterisation of a medical linear accelerator and analyse the results.</i></p> <p><i>The following aspects will be covered:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Radiation techniques and new treatment methods in modern radiotherapy. - Optimisation techniques for radiation treatment planning - Dosimetry and quality assurance in radiotherapy - Treatment of mobile tumours - Basics of fractionation and of the five “R” in radiotherapy 	
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Physics of Radiation Therapy II (V):	2 SWS

Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Physics of Radiation Therapy II (V):	3	28	32	30
	Gesamtaufwand	3	28	32	30
Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	- P. Mayles, A. Nahum, J. C. Rosenwald (Eds.), Handbook of Radiotherapy Physics – Theory and Practice, Taylor & Francis (2007); - M. Goitein, Radiation Oncology: A Physicist's-Eye View, Springer (2008).				

Modultitel	Seminar on Biomedical Physics I
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E305
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN)
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Erika Garutti; Prof. Dr. Florian Grüner
Lehrende	Prof. Dr. Erika Garutti; Prof. Dr. Florian Grüner
Sprache	Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen das Wissen moderner Methoden der Bildgebung in der Medizin (PET, SPECT, MRI, CT, multimodal) und die grundlegenden Techniken der Strahlentherapie. <i>Students have the knowledge of modern methods of imaging in medicine (PET, SPECT, MRI, CT, multimodal) and the basic techniques of radiotherapy.</i>
Inhalt	In dieser Seminarreihe werden sechs Experten sechs relevante Themen in der biomedizinischen Physik vorstellen. Die Themen werden aus Sicht eines Arztes (konkrete Anwendung von Techniken in medizinischen Fällen) oder der industriellen Produzenten (Relevanz der Forschung aus Sicht der Industrialisierung) vorgestellt. (Das Seminar ergänzt das Modul "Biomedical Physics I" (PHY-MV-BP-E01). Es ist in zwei Teile geteilt: Der erste Teil ist eine Einführung in das Gebiet durch Experten des UKE und großen Unternehmen, die medizinische Bildgebungswerkzeuge entwickeln und produzieren. Der zweite Teil ist die Vorstellung von verwandten Themen durch die Kursteilnehmer.) <i>In this seminar series, six experts will present six relevant topics in biomedical physics. The topics will be presented from the point of view of a doctor (concrete application of techniques in medical cases) or industrial producers (relevance of research from the point of view of industrialisation).</i> <i>(The seminar complements the module "Biomedical Physics I" (PHY-MV-BP-E01). It is divided into two parts: The first part is an introduction to the field by experts from UKE and major companies that develop and produce medical imaging tools. The second part is the presentation of related topics by the course participants).</i>

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> Seminar on Biomedical Physics I (S) 				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> Seminar 	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 32	PV (Std) 30
	Gesamtaufwand	3	28	32	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsart: Referat mit schriftlicher Ausarbeitung (benotet) Sprache der Prüfung: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.				

Modultitel:	Magnetic Resonance Imaging and Biophysical Modelling
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-E307
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (BP, FN)
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulverantwortliche(r)	Jürgen Finsterbusch
Lehrende	Jürgen Finsterbusch
Sprache	<i>Englisch</i>
Qualifikationsziele	<p><i>After finishing the module successfully, participants are able to summarize the physical basics of magnetic resonance imaging including nuclear magnetic resonance, spatial encoding methods, standard imaging techniques and contrasts, and safety aspects as well as the basic principles of magnetic resonance imaging as a tool to investigate the microstructure of biological tissue in combination with biophysical modelling.</i></p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls können die Teilnehmer die physikalischen Grundlagen der Magnetresonanzbildgebung inklusive der NMR, Methoden zur räumlichen Kodierung, Standardbildgebungsverfahren und –kontraste und Sicherheitsaspekte sowie grundlegende Prinzipien der Magnetresonanzbildgebung als Methode zur Untersuchung die Mikrostruktur von biologischem Gewebe in Kombination mit biophysikalischer Modellierung zusammenfassen</p>
Inhalt	<p><i>Magnetic resonance imaging (MRI) is an imaging methods that is able to acquire cross-sectional images of the human body non-invasively. It does not use ionizing radiation and has become an important tool in clinical diagnostics and biomedical research. A particular advantage of MRI is that many physiological and tissue properties influence the measured signal and can be investigated with specific acquisition methods to derive important information about the anatomy, physiology, and function of organs, detect and distinguish pathologic changes, and characterize the composition and structure of the tissue.</i></p> <p><i>The first part of the lecture will cover the physical background and basics of MRI: the NMR experiment, the methods for spatial encoding that introduce a spatial information into the NMR signal, the different NMR echoes, basic acquisition techniques and</i></p>

	<p><i>principles, and important image contrasts as well as practical aspects, e.g. spatial resolution and safety. The second part covers the description of the signals measured with MRI with physical and biophysical models. The physical models aim to allow for a quantitative evaluation of the signal properties, e.g. to enable comparisons between different acquisitions. Biophysical models are based on simple assumptions considering the microstructure of the tissue and how these can be estimated from the MR signal, e.g. the shape and size of cells, nerve fiber density in brain tissue or the thickness of the myelin sheet around these fibers.</i></p> <p>Die Magnetresonanzbildgebung (magnetic resonance imaging, MRI) ist eine Bildgebungsmethode mit der nicht-invasive Schnittbilder des menschlichen Körpers aufgenommen werden können. Sie nutzt keine ionisierende Strahlung und ist ein wichtiges Werkzeug in der klinischen Diagnostik und der biomedizinischen Forschung. Ein besonderer Vorteil der MRI ist, dass viele physiologische und Gewebeeigenschaften das gemessene Signal beeinflussen und deshalb mit spezifischen Aufnahmeverfahren untersucht werden können, um wichtige Informationen über die Anatomie, Physiologie und Funktion von Organen zu erhalten, pathologische Veränderungen zu erkennen und unterscheiden und die Zusammensetzung und Struktur des Gewebes zu charakterisieren.</p> <p>Der erste Teil der Vorlesung behandelt den physikalischen Hintergrund und die Grundlagen der MRI: das NMR-Experiment, Methoden für die räumliche Kodierung, die eine räumliche Information auf das NMR-Signal aufprägen, die verschiedenen NMR-Echos, grundlegende Bildaufnahmetechniken und –prinzipien, wichtige Bildkontraste sowie praktische Aspekte, z.B. zur räumlichen Auflösung und Sicherheit. Der zweite Teil behandelt eine Beschreibung der Signale, die mit der MRI gemessen werden, mit physikalischen und biophysikalischen Modellen. Die physikalischen Modelle zielen darauf ab, die Signaleigenschaften quantitativ zu erfassen, z.B. um Vergleiche zwischen verschiedenen Messungen zu ermöglichen. Biophysikalische Modelle basieren auf vereinfachten Annahmen zur Gewebemikrostruktur und wie diese aus dem MR-Signalen bestimmt werden können, beispielsweise die Form und Größe von Zellen, die Nervenfaserdichte in Gehirn oder die Dicke der Myelinumhüllung um diese Fasern.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> Magnetic Resonance Imaging and Biophysical Modelling (V) 				4 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> Magnetic Resonance Imaging and Biophysical Modelling (V) 	LP 6	P(Std) 56	S (Std) 64	PV (Std) 60
	Gesamtaufwand	6	56	64	60
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Prüfungsart: mdl. Prüfung (benotet) Sprache der Prüfung: Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel:	Condensed-Matter Theory: Special Topics
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-T404

Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (TP, FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (TP, FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Potthoff, Prof. Dr. Tim Wehling				
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden fortgeschrittene theoretische Methoden der Theorie kondensierter Materie anwenden, moderne Konzepte wie z.B. Nichtgleichgewichtsprozesse und topologische Effekte einordnen sowie aktuelle Forschungsthemen der kondensierten Materie kritisch analysieren. After successfully completing the module, students will be able to apply advanced theoretical methods of condensed-matter theory, classify modern concepts such as non-equilibrium processes and topological effects, and critically analyze current research topics in condensed matter.				
Inhalt	Moderne Methoden and Themen der Theorie kondensierter Materie, z.B.: - Green-Funktionen und diagrammatische Störungstheorie - Nichtgleichgewichts-Green-Funktionen - Quanten-Monte-Carlo- und Renormierungsgruppenmethoden - Moderne Materialwissenschaft - Spontane Symmetriebrechung - Topologische Eigenschaften der elektronischen Struktur - Transiente Phänomene und Echtzeitdynamik - Transporttheorie Modern Methods and Topics of Condensed-Matter Theory, e.g.: - Green's functions and diagrammatic perturbation theory - Non-equilibrium Green's functions - Quantum Monte-Carlo and renormalization-group methods - Modern materials science - Spontaneous symmetry breaking - Topological properties of electronic structure - Transient phenomena and real-time dynamics - Transport theory				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Condensed-Matter Theory: Special Topics (V): Exercises in Condensed-Matter Theory: Special Topics (Ü):				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Condensed-Matter Theory: Special Topics (V):	6	56	62	62
	Exercises in Condensed-Matter Theory: Special Topics (Ü):	2	28	32	0
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.				

Modultitel	Seminar on Quantum Dynamics of Nonequilibrium Nano Systems				
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-T411				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN)				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Thorwart				
Lehrende	Prof. Dr. Michael Thorwart				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen aktuelle Forschungsthemen in diesem Gebiet und sind für das wissenschaftliche Arbeiten vorbereitet. <i>Students are familiar with current research topics in the field and are prepared for scientific work.</i>				
Inhalt	Wissenschaftliche Analyse und Präsentation von aktuellen Fragen der Quantenstatistik von Systemen im Nichtgleichgewicht und des Quantentransports. <i>Scientific analysis and presentation of current issues in non-equilibrium quantum dynamics and quantum transport.</i>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> Seminar on Quantum Dynamics of Nonequilibrium Nano Systems (S) 			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> Seminar 	3	28	32	30
	Gesamtaufwand	3	28	32	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Prüfungsart: Referat (benotet) Sprache der Prüfung: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	jedes Semester				
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.				

Modultitel	RNA in Health and Disease - Lecture				
Modulnummer/-kürzel	CHE 455 L				
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodule (sonstige)				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Biochemie, Molekulare Biochemie, ggf. Zellbiologie und Strukturbiologie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Z. Ignatova, Prof. Dr. D. Wilson, Dr. S. Albers				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden erlangen Wissen rund um Ribonukleinsäuren (RNA), von Struktur und Funktion bis hin zu Pathologie. Die Studierenden kennen RNA-Struktur-Funktions-Beziehungen, RNA-vermittelte Regulationsmechanismen, RNA-vermittelte Proteinexpression und RNA-basierte Krankheiten. Sie besitzen fundierte Kenntnisse der				

	modernen Methoden zur Analyse von RNAs und fundiertes Wissen über die molekularen Aspekte der RNA-basierten Krankheiten. Die Studierenden lernen das Analysieren von Fachliteratur sowie das Präsentieren und Diskutieren wissenschaftlicher Publikationen.				
Inhalt	Von Struktur und Funktion bis hin zu Pathologie der Ribonukleinsäuren (RNA): RNA-Struktur-Funktions-Beziehungen, RNA-vermittelte Regulationsmechanismen, RNA-vermittelte Proteinexpression, RNA-basierte Krankheiten und deren molekulare Aspekte, moderne Methoden zur Analyse von RNAs. Im Seminar hält jede*r Studierende einen Vortrag (Englisch).				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) RNA in health and disease (V) b) RNA in health and disease seminar (S)				1 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) RNA in health and disease	1.5	14	14	17
	b) RNA in health and disease seminar	1.5	14	14	17
	Gesamtaufwand	3	28	28	34
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Prüfungsart: Projektabschluss (benotet) Sprache der Prüfung: i. d. R. Englisch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur					

Modultitel	Molecular biophysics				
Modulnummer/-kürzel	CHE 462				
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaft: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodule (sonstige)				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Kolbe				
Sprache	Deutsch oder English, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden -erlernen die Grundlagen, Vor- und Nachteile sowie die Grenzen verschiedener biophysikalischer Methoden, -entwickeln Lösungsansätze für aktuelle Probleme aus den Lebenswissenschaften mit Hilfe einer sinnvollen Kombination von biophysikalischen und Molekularbiologischen Methoden, -können aktuelle Publikationen auf dem Gebiet der Biophysik und Biochemie kritisch analysieren.				
Inhalt	Einführung in die Grundlagen moderner biophysikalischer Methoden, Grundlagen der Röntgenstrukturanalyse, cryo-Elektronenmikroskopie und anderer spektroskopischer Methoden				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Molekulare Biophysik (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Molekulare Biophysik	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				

Studien- und Prüfungsleistungen	
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	jährlich im Wintersemester
Literatur	"Bioanalytik", Lottspeich, Zorbas, Spektrum Verlag Biochemie, Voet, Voet, Wiley Aktuelle Veröffentlichung aus dem Gebiet der Biophysik

Modultitel	Synthetische Zellbiologie - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 498 A				
Verwendbarkeit	B.Sc. MLS: Wahlpflichtmodul M.Sc. MLS: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physics and Chemistry of Nanomaterials: Wahlpflichtmodule (sonstige) M.Sc. Biologie: Wahlmodul M.Sc. Physik: Wahlmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Kolbe				
Sprache	Englisch oder Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Veranstaltung synthetische Zellbiologie richtet sich an StudentInnen verschiedenster Disziplinen mit Interesse an Team-orientierter und selbständiger Bearbeitung eines naturwissenschaftlich oder medizinisch orientierten Forschungsprojektes. Dazu werden im Wintersemester (Vorlesungs- und Seminarmodul) die notwendigen Grundlagen der synthetischen Biologie erarbeitet und verschiedene Forschungsprojekte in kleineren Arbeitsgruppen entwickelt. Das Semester schließt mit einer bewerteten Vorstellung der einzelnen Projektideen sowie der Auswahl eines Projektes für die nachfolgenden praktischen Arbeiten im Sommersemester ab.				
Inhalt	Die StudentInnen bekommen grundlegende Konzepte der synthetischen Zellbiologie vermittelt oder erarbeiten diese selbständig. Die wissenschaftlichen Arbeiten erfolgen in kleineren Gruppen, die unter Betreuung ein Forschungsprojekt definieren und einen Lösungsansatz entwickeln. Diese Arbeit beinhaltet umfassende Literaturrecherche, regelmäßige wissenschaftliche Diskussionen, Team-orientiertes Arbeiten und die Vorstellung des Projektstatus in Form von Power-Point-Präsentationen. Die Auswahl der wissenschaftlichen Projekte ist den Gruppen freigestellt. Einzige Vorgabe, ist die Auswahl eines Lösungsansatzes, der wesentliche Elemente aus der synthetischen Biologie nutzt. Es werden in diesem Modul auch Inhalte zur Technologiefolgenabschätzung vermittelt sowie Bioethische Aspekte diskutiert.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Synthetische Zellbiologie (V)			1 SWS	
	b) Synthetische Zellbiologie (S)			1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Synthetische Zellbiologie	1,5	14	21	10
	b) Synthetische Zellbiologie	1,5	14	21	10
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der	Voraussetzungen zur Modulprüfung: aktive Teilnahme am Seminar				

Studien- und Prüfungsleistungen	Art der Modulprüfung: Referat im Seminar (40%) + mdl. Prüfung oder Klausur (60%) (benotet). Sprache der Prüfung: Deutsch oder Englisch Art der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester