

Modulhandbuch

zum Masterstudiengang Nanowissenschaften

der Universität Hamburg

Stand: 27. März 2018

Die nachfolgenden, detaillierten Modulbeschreibungen sind wie folgt strukturiert:

Modultitel					
Modulnummer/-kürzel:	Kürzel zur Identifikation des Moduls.				
Semester	Wintersemester/Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Zusammenhang mit anderen Modulen des Studiengangs sowie Verwendbarkeit für andere Studiengänge				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	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).				
Modulverantwortliche(r) :					
Lehrende:					
Sprache:	Welche Unterrichtssprache? Deutsch oder englisch?				
Qualifikationsziele:	<p>Welche Lernergebnisse sollen Studierende nach erfolgreichem Abschluss des Moduls erreicht haben?</p> <p>z. B. im Sinne von:</p> <p>-</p> <p>Lernergebnisse, die Wissen oder Anwenden nachweisen: z.B. definieren/ darstellen/ messen/ berichten/ bewerten von Information, Theorie- und/oder Faktenwissen</p> <p>-</p> <p>Lernergebnisse, die praktische Fertigkeiten, bei denen Kenntnisse (Wissen) eingesetzt werden, nachweisen: z.B. ausführen, demonstrieren etc.</p>				
Inhalt:	Der (Lehr)inhalt sollte die Ziele des Moduls benennen. (Welche fachlichen, methodischen, fachpraktischen und fächerübergreifenden Inhalte sollen vermittelt werden, damit die Modulziele erreicht werden?)				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	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).				SWS SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Arbeitsaufwand in Leistungspunkten für die Einzelveranstaltungen. * P = Präsenzstudium	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)

	* S = Selbststudium * PV = Prüfungsvorbereitung				
	Gesamtaufwand	8			
Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Angebotsturnus.				
Literatur:					

Pflichtmodule:

Modultitel	Festkörperphysik für Fortgeschrittene
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E01
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit	MSc Physik: Wahlpflichtmodul 1. oder 2. Semester MSc Nanowissenschaften: Pflichtmodul 1. bzw. 2. Semester
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Physik IV (= Festkörperphysik) oder Nanostrukturphysik A und B
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Robert H. Blick, Prof. Dr. Michael Rübhausen
Lehrende	Prof. Dr. Robert H. Blick, Prof. Dr. Michael Rübhausen, Prof. Dr. Wolfgang Hansen
Sprache	Deutsch oder Englisch, Lehrmaterial in der Regel englisch
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden haben 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.
Inhalt	Vertiefung aktueller Themen der Festkörperphysik Experimentelle Methoden der Festkörperphysik Zum Stoffumfang gehören: <ul style="list-style-type: none"> - 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

	<p>Supraleitern und Manganaten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Riesenmagnetwiderstand und Spinströme (Interlagenaustausch-Kopplung, Spinventile und Exchange-Bias, Rashba-Effekt) <p>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.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Festkörperphysik für Fortgeschrittene (V) • Übungen zur Festkörperphysik für Fortgeschrittene (Ü) 				4SWS 2SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S(Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übungen 	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Klausur oder mdl. Prüfung</p> <p>Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	wird in der Vorlesung bekannt gegeben				

Modultitel	Physikalische Chemie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 103				
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Pflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Weller				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen auf dem Gebiet der Physikalischen Chemie				
Inhalt	Grundlagen der Quantenmechanik und der statistischen Thermodynamik, statische und dynamische Spektroskopie, elektrische und magnetische Eigenschaften der Materie, Physikochemische Eigenschaften von Makromolekülen, der feste Zustand, molekulare Dynamik, Struktur der Materie, Strukturbestimmung mittels Elektronenmikroskopie, Rastersondenmikroskopie und Streuverfahren.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie für Fortgeschrittene (V) b) Übung zu Physikalische Chemie für Fortgeschrittene (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)

(Teilleistungen und insgesamt)	a) Physikalische Chemie für Fortgeschrittene	4,5	42	56	37
	b) Übung zu Physikalische Chemie für Fortgeschrittene	1,5	14	31	
	Gesamtaufwand	6	56	87	37
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Regelmäßige Bearbeitung der Übungsaufgaben und/oder Präsentation einzelner Übungsaufgaben. Art der Modulprüfung: Klausur				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Nano - Festkörper- und Strukturchemie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 101 N				
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul, Empfehlung 1. Semester bei Zulassung zum WiSe oder 2. Semester bei Zulassung zum SoSe				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen auf dem Gebiet der Festkörper- und Strukturchemie.				
Inhalt	Einführung in die Strukturchemie wichtiger anorganischer Materialien, Konzept der dichtesten Packungen und Koordinationspolyeder zur Beschreibung von Strukturen anorganischer Feststoffe, Synthese, Charakterisierung und Eigenschaften nanoporöser Festkörper.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Festkörperchemie (V) b) Strukturchemie (V)			1 SWS 0,5 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Festkörperchemie	1,5	14	18	12
	b) Strukturchemie	0,5	7	4	4
	Gesamtaufwand	2	21	22	16
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Projektstudie in Nanowissenschaften				
Modulnummer/-kürzel	PHY-N-PS				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit	MSc Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Modulverantwortliche(r)					
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Chemie und Physik				

Sprache	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	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	• Selbstständige wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung.				SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	• Selbstständige wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung.	LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	Gesamtaufwand	15		390	60
Studien-/Prüfungsleistungen	Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Projektabschluss Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur					

Modultitel	Abschlussmodul - Masterarbeit				
Modulnummer/-kürzel	PHY-N-MA				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit	MSc Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Zur Master-Arbeit kann zugelassen werden, wer alle Pflichtmodule erfolgreich abgeschlossen und mindestens 75 Leistungspunkte, inkl. der Projektstudie, erworben hat.				
Modulverantwortliche(r)					
Lehrende	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer aus den Fachbereichen Chemie und Physik				
Sprache	Die Masterarbeit wird in deutscher oder englischer Sprache abgefasst. Über die Wahl der Sprache ist Einvernehmen zwischen dem Betreuer und dem/der Studierenden zu erzielen. Im Zweifelsfall entscheidet der Prüfungsausschuss-Vorsitzende.				
Angestrebte Lernergebnisse	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 Master-Studiums. Die Masterarbeit besteht aus <ul style="list-style-type: none"> • der Durchführung eines Forschungs- bzw. wissenschaftlichen • Entwicklungsprojekts, 				

	<ul style="list-style-type: none"> • experimentelle und/oder theoretische Bearbeitung des Themas, • der Auswertung und der Aufbereitung der Ergebnisse, • der schriftlichen Dokumentation der Ergebnisse durch Abfassen der Master-Thesis, • 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	• Selbstständige wissenschaftliche Arbeit im Team.				
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	• Selbstständige wissenschaftliche Arbeit.	LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	Gesamtaufwand	30		830	70
Studien-/Prüfungsleistungen	Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): schriftliche Masterarbeit und Kolloquium.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	jedes Semester				
Literatur	wird in der Veranstaltung bekannt gegeben				

Fachliche Vertiefungsphase: Chemie

Modultitel	Anorganische Chemie III				
Modulnummer/-kürzel	CHE 016				
Verwendbarkeit	BSc Chemie: Pflichtmodul, Empfehlung 5. Semester				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Module 001 bis 006 sowie Module 009 bis 011				
Modulverantwortlich(r)	Prof. Dr. J. Heck				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Es soll ein vertieftes Verständnis der Komplex- und Molekülchemie sowie der Hauptgruppen-Organometallchemie erworben werden.				
Inhalt	Koordinationschemie, Molekülchemie der Nichtmetalle, Organometallchemie der Hauptgruppen- und Übergangsmetalle, Synthesen und Anwendungen, Katalysezyklen, Struktur und davon abgeleitete Eigenschaften: Spektroskopie (IR, NMR, UV/vis), Elektro-, Photo- und Magnetochemie und zugehörige analytische Methoden				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Anorganische Chemie III (V)				3 SWS
	b) Übungen zur Anorganischen Chemie III (Ü)				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)	
	a) Anorganische Chemie III	4,5	42	70	22
	b) Übungen zur Anorganischen Chemie III	1,5	14	24	8
	Gesamtaufwand	6	56	94	30
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Literatur	Housecroft, Sharpe, Anorganische Chemie Elschenbroich, Organometallchemie Miessler, Tarr, Inorganic Chemistry Gispert, Coordination Chemistry Albright, Burdett, Whangbo, Orbital Interactions in Chemistry
-----------	---

Modultitel	Integriertes Synthesepraktikum in Anorganischer und Organischer Chemie					
Modulnummer/-kürzel	CHE 020					
Verwendbarkeit	BSc Chemie: Pflichtmodul, Empfehlung 5. oder 6. Semester					
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Module CHE 001 bis 006, 009, 010, 012 und 014 Empfohlen: Keine					
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Jacobi von Wangelin, Prof. Dr. C. Meier					
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch					
Angestrebte Lernergebnisse	Befähigung zur Durchführung moderner und anspruchsvoller Synthesemethoden. Erwerb von Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Beherrschung der Literaturrecherche) in Verbindung mit dem Erwerb von fachlichem Wissen.					
Inhalt	Synthesen anspruchsvollen Präparaten im Grenzbereich zwischen Anorganischer und Organischer Chemie u.a. unter Nutzung der Katalyse und stereoselektiven Synthese. Anwendung der Schlenktechnik und Arbeiten in der Glove-Box, Methoden zur Charakterisierung von Verbindungen wie Gaschromatographie. Präsentation von modernen Synthesemethoden im Rahmen eines 20-minütigen Vortrages, führen eines Laborjournals mit Hinweisen auf Sicherheits- und Entsorgungsaspekte, Anfertigung von Protokollen zu den Versuchen.					
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Integriertes Synthesepraktikum in Anorg. und Org. Chemie (P) b) Seminar zum IS-Praktikum (S)			11 SWS 1 SWS		
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)	
	a) Integr. Synthesepraktikum AC/OC	11	180	90	60	
	b) Seminar zum IS-Praktikum	1	16	14		
	Gesamtaufwand (davon 3 LP ABK-Anteil)		12	196	104	60
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Vor Beginn der praktischen Arbeiten werden grundlegende Kenntnisse zum sicheren Arbeiten sowie zur Durchführung der Synthesen überprüft (Eingangskolloquium). Die Modulprüfung besteht aus drei Teilprüfungen. Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: Keine. Art der 1. Modulteilprüfung: Seminarvortrag, Gewichtung: 20% der Modulabschlussnote. Voraussetzungen zu den Modulteilprüfungen 2 und 3: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle) und erfolgreicher Seminarabschluss inkl. Teilnahme am Seminar zur „Guten Wissenschaftlichen Praxis (GWP)“. Art der Modulprüfungen 2 und 3: Mündliche Prüfungen in Anorganischer und Organischer Chemie, Gewichtung: je 40% der Modulabschlussnote.					
Dauer	1 Semester					
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Winter- und Sommersemester					

Modultitel	Organische Chemie III				
Modulnummer/-kürzel	CHE 017				
Verwendbarkeit	BSc Chemie: Pflichtmodul, Empfehlung 4. Semester				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Module CHE 001 bis 005 sowie 009 und 014				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Verständnis komplexerer Reaktionsmechanismen, Prinzipien der stereoselektiven Synthese und moderner Syntheseverfahren zur stereoselektiven Synthese.				
Inhalt	<p>Prinzipien der Stereochemie, stereoselektiver Synthese, komplexer Reaktionsmechanismen und moderner Syntheseverfahren: Pericyclische Reaktionen (Cycloadditionen, elektrocyclische Ringschlüsse, Sigmatrope Umlagerungen, Woodward Hoffmann Regeln) HSAB-Prinzip Carbanionen; Carbokationen; 1,3-Dipolare Cycloaddition Reaktive Zwischenstufen (Carbene, Nitrene, Arine, Biradikale, Radikal-Ionen) Reaktionen von angeregten Molekülen (Photochemie); Radikale (Norrisch-Typ-I und -II) Stereochemie (Begriffe, Definitionen, Typen chiraler Moleküle; Nomenklatur); Verfahren zur Bestimmung der absoluten Konfiguration und zur Bestimmung der optischen Reinheit; Enantiomerentrennung Einfluß von Konformation auf die Reaktivität (Anomerer Effekt, gauche-Effekt) Carbonylreaktionen mit C- und H-Nucleophilen (Stereoselektivität, Chemoselektivität, Methoden; Cram-Felkin-Anh-Modell, Cram-Chelat-Kontrolle; Substratspezifität; Reagenzkontrolle; Curtin-Hammett-Prinzip) Eliminierungen (Produktkontrolle; E-, Z-selektive Synthesemethoden; Olefinierungen) Stereoselektive Synthese: Chiral Pool-Synthese, Chirale Auxiliare (Enders, RAMP/SAMP, Evans (Oxazoline), Seebach (Taddole), Reagenz-, Substrat-kontrollierte Synthesen, Zimmermann-Traxler-Übergangszustand, Doppelte Stereodifferenzierung, Hammond-Postulat; stereoselektive Katalyse (Sharpless-Oxidationen; Enzyme in der Synthese); Stereochemie dynamischer Prozesse) Übergangsmetall-katalysierte Reaktionen (Alkenylierungen, Arylierung, Alkinylierung, Metathese); Schutzgruppen-Chemie</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Organische Chemie III (V) b) Übungen zur Organischer Chemie III (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Organische Chemie III	4,5	42	74	19
	b) Übungen zur Organischen Chemie III	1,5	13	23	9
	Gesamtaufwand	6	55	97	28
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Brückner, Reaktionsmechanismen				

Modultitel	Wahlpflichtpraktikum Chemie
-------------------	------------------------------------

Modulnummer/-kürzel	CHE 037				
Verwendbarkeit	BSc & MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz der Kenntnis und Anwendung moderner und anspruchsvoller Synthesemethoden oder Kenntnisse moderner Techniken und Verfahren. Das Modul verbindet die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Übung eines wissenschaftlichen Vortrags, Literaturrecherche) mit chemischen Inhalten.				
Inhalt	Das Wahlpflichtpraktikum kann in einem Arbeitskreis der Chemie nach Wahl durchgeführt werden.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	In der Regel: Praktikum mit Seminar (P/S)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	In der Regel: Praktikum mit Seminar	LP 6	P(Std) 140	S(Std) 20	PV(Std) 20
	Gesamtaufwand	6	140	20	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Erfolgreiche Durchführung von Praktikumsversuchen. Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Protokoll				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Regenerative Energieumwandlung - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 112 A				
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Erwerb von Kenntnissen und Kompetenzen aus den Gebieten der Energieumwandlung und Energiespeicherung und zugehöriger Materialien und Methoden sowie ihre Anwendung in der Forschung.				
Inhalt	Festkörperphysikalische und elektrochemische Grundlagen der Photovoltaik und Wasserstofftechnologie sowie moderne Materialien zur Energiewandlung und –speicherung. Bändermodell der Halbleiter, Dotierung, p-n Übergang, Ladungstrennung, Transportprozesse, Elektrodenkinetik, Wirkungsgrad, Solarstrahlung, Materialien für Solarzellen der ersten, zweiten und dritten Generation, Wasserelektrolyse, Brennstoffzellen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Regenerative Energieumwandlung (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Regenerative Energieumwandlung	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: Klausur oder mündliche Prüfung Die Art der Prüfung wird vor Beginn der Anmeldephase bekannt gegeben.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultitel	Regenerative Energieumwandlung - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 112 B				
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 112 A Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Erwerb von Kenntnissen und Kompetenzen aus den Gebieten der Energieumwandlung und Energiespeicherung und zugehöriger Materialien und Methoden sowie ihre Anwendung in der Forschung. Erwerb der Fähigkeiten zur eigenständigen Arbeits- und Forschungsplanung innerhalb eines Forschungsprojektes in Kooperation mit einem Team, Selbständige Informationsermittlung (Literaturrecherche), Erstellung von qualifizierten wissenschaftlichen Protokollen.				
Inhalt	Festkörperphysikalische und elektrochemische Grundlagen der Photovoltaik und Wasserstofftechnologie sowie moderne Materialien zur Energiewandlung und –speicherung. Bändermodell der Halbleiter, Dotierung, p-n Übergang, Ladungstrennung, Transportprozesse, Elektrodenkinetik, Wirkungsgrad, Solarstrahlung, Materialien für Solarzellen der ersten, zweiten und dritten Generation, Wasserelektrolyse, Brennstoffzellen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Forschungspraktikum (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Forschungspraktikum	6	140	20	20
	Gesamtaufwand	6	140	20	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Erfolgreiche Durchführung von Praktikumsversuchen und aktive Teilnahme am Begleitseminar. Art der Modulprüfung: Bewertung der praktischen Arbeit (50%) und ihre schriftliche Ausarbeitung (50%). Die Arbeit kann in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Energie
Modulnummer/-kürzel	CHE 114 A
Verwendbarkeit	MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie

Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen aus den Gebieten der Energieumwandlung und Energiespeicherung und zugehöriger Methoden sowie ihre Anwendung in der Forschung.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Moderne Materialien zur Energiespeicherung/-umwandlung • Strukturchemische und physikalische Aspekte der Gas- bzw. Stromspeicherung in porösen Feststoffen • Grundlagen zur Wasserstoff-, Brennstoffzellen- und Lithiumionenbatterie-Technologie 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung (V)	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	Art der Modulprüfung: Klausur oder mündl. Prüfung				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Quantenchemie I				
Modulnummer/-kürzel	CHE 134				
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul BSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Modul CHE 011 (PC III)				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Herrmann				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Solides Grundwissen theoretische Chemie und Quantenchemie, insbesondere Hartree-Fock-Theorie.				
Inhalt	1) Grundlagen der Quantenmechanik <ul style="list-style-type: none"> - Operatoren und Observablen, Erwartungswerte, zeitabhängige und zeitunabhängige Schrödingergleichung - Konstruktion des Hamiltonoperators für Moleküle - Born–Oppenheimer-Näherung - Pauli-Prinzip - Näherungsansätze für die Wellenfunktion (Hartree-Produkt, Slaterdeterminante, Spin- und Raumorbitale) - Interpretation der Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsdichte - Variationsprinzip - Störungstheorie - Atomare Einheiten 2) Mathematische Einführung: <ul style="list-style-type: none"> - Vektoren 				

	<ul style="list-style-type: none"> - 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; <p>Populationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hartree–Fock-Theorie für Open-Shell-Systeme (Unrestricted Hartree–Fock (UHF)) - Basissätze in praktischen quantenchemischen Berechnungen <p>4) Einführung Moller-Plesset-Störungstheorie und Dichtefunktionaltheorie (DFT)</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Quantenchemie I (V)			2 SWS	
	b) Übungen zur Quantenchemie I (Ü)			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Quantenchemie I	3	28	50	12
	b) Übungen zur Quantenchemie I	3	28	50	12
	Gesamtaufwand	6	56	100	24
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine</p> <p>Art der Modulprüfung: Klausur oder mündl. Prüfung</p> <p>Die Art der Prüfung wird vor Beginn der Anmeldephase bekannt gegeben.</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	<p>Jens Reinhold, „Quantentheorie der Moleküle“, Vieweg + Teubner 3. Aufl 2006;</p> <p>Attila Szabo und Neil S. Ostlund, „Modern Quantum Chemistry“, Dover 1996.</p>				

Modultitel	Quantenchemie II
Modulnummer/-kürzel	CHE 135
Verwendbarkeit	<p>MSc Chemie: Wahlpflichtmodul</p> <p>BSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie</p> <p>MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul</p>
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: Keine</p> <p>Empfohlen: Modul CHE11 (PC III), Modul CHE134 (Quantenchemie I)</p>
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Herrmann

Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Erweitertes Grundwissen theoretische Chemie und Quantenchemie, insbesondere Korrelationsmethoden und Dichtefunktionaltheorie				
Inhalt	Wiederholung Grundlagen der Quantentheorie und Hartree-Fock-Theorie - Zweite Quantisierung - Multikonfigurationsmethoden: MCSCF/CASSCF, Configuration Interaction (CI) - Störungstheoretische Methoden: MP2, CASPT2 - Coupled-Cluster-Ansätze - Quanten-Monte-Carlo - Dichtefunktionaltheorie (DFT) Fakultativ: zeitabhängige Methoden, neue Korrelationsmethoden, Elektronentransferreaktionen, Green's-Funktionen in der Chemie				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Quantenchemie II (V) b) Übungen zur Quantenchemie II (Ü)			2 SWS	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 Art der Modulprüfung: Klausur oder mündl. Prüfung Die Art der Prüfung wird vor Beginn der Anmeldephase bekannt gegeben.				
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 2. Aufl. 2007; Trygve Helgaker, Poul Jorgensen und Jeppe Olsen, „Molecular Electronic Structure Theory“, Wiley 2000.				

Modultitel	Molekulare Elektronik und Spintronik (Molecular Electronics and Spintronics)				
Modulnummer/-kürzel	CHE 136				
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie und M.Sc. Nanowissenschaften				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Modul CHE11 (PC III)				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Carmen Herrmann				
Sprache	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen aus dem Gebiet der molekularen Elektronik und Spintronik, der zugrundeliegenden Theorie und möglicher Anwendungen. Umgang mit einfachen Simulationstools.				
Inhalt	Geeignet als Ergänzung zum Modul CHE 139 (Nanoelektronik und -sensorik). Detaillierte Einführung in Phänomene und Konzepte der molekularen Elektronik und Spintronik – d.h. was passiert, wenn man nanoelektronische Bauteile immer kleiner macht, dabei ausnutzt, dass Moleküle reproduzierbare nanoskalige Bauteile liefern, und wie kann man deren Elektronentransport-Eigenschaften theoretisch verstehen? 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? - Zusammenhang Struktur-Leitwert 				

	<ul style="list-style-type: none"> - Quanteninterferenz – wieso leiten manche Moleküle deutlich schlechter als strukturell sehr ähnliche? - Inelastisches Tunneln (Schwingungs- und Spinanregungen durch tunnelnde Elektronen) - Einfluss von Magnetfeldern und ungepaarten Spins, helikale Moleküle als Spinfilter - Moleküle als Gleichrichter - Schaltbare Moleküle - Molekulare Optoelektronik - Mechanische Kontrolle - Welche Anwendungsmöglichkeiten gibt es? 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Molekulare Elektronik und Spintronik (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Molekulare Elektronik und Spintronik	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: Hausarbeit				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Soft (Nano-)Matter - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 137 A				
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen aus dem Gebiet der Weichen Materialien und zugehöriger Methoden sowie ihre Anwendung in der Forschung.				
Inhalt	Eigenschaften weicher Materialien; Gele, Flüssigkristalle, Tenside, Kolloide, Polymere, Nanokomposite, weiche Oberflächen und Grenzflächen; Selbstorganisation, Ordnungsphänomene, viskoelastische Eigenschaften; Röntgenbeugung, Mechanik, Rheologie; Herstellung und Charakterisierung weicher Materialien und Oberflächen, soft lithography.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Soft (Nano-)Matter (V)				4 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Soft (Nano-)Matter	LP 6	P(Std) 56	S(Std) 56	PV(Std) 68
	Gesamtaufwand	6	56	561	68
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung Die Art der Prüfung wird vor Beginn der Anmeldephase bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Soft (Nano-)Matter - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 137 B				
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 137 A (Soft (Nano-)Matter – Vorlesungsmodul) Empfohlen: Keine				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen aus dem Gebiet der Weichen Materialien und zugehöriger Methoden sowie ihre Anwendung in der Forschung. Besitz der Fähigkeiten zur eigenständigen Arbeits- und Forschungsplanung innerhalb eines Forschungsprojektes in Kooperation mit einem Team, Selbständige Informationsermittlung (Literaturrecherche), Erstellung von qualifizierten wissenschaftlichen Protokollen.				
Inhalt	Eigenschaften weicher Materialien; Gele, Flüssigkristalle, Tenside, Kolloide, Polymere, Nanokomposite, weiche Oberflächen und Grenzflächen; Selbstorganisation, Ordnungsphänomene, viskoelastische Eigenschaften; Röntgenbeugung, Mechanik, Rheologie; Herstellung und Charakterisierung weicher Materialien und Oberflächen, soft lithography.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Soft (Nano-)Matter - Praktikum (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Soft (Nano-)Matter - Praktikum	6	90	45	45
	Gesamtaufwand	6	90	45	45
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Erfolgreiche Durchführung von Praktikumsversuchen und aktive Teilnahme am Begleitseminar. Art der Modulprüfung: Bewertung der praktischen Arbeit (50%) und ihre schriftliche Ausarbeitung (50%). Die Arbeit kann in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen- Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 138 A				
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen aus dem Gebiet der zeitaufgelösten Spektroskopie und Mikroskopie zum tieferen Verständnis der optischen und elektronischen Eigenschaften von Nanostrukturen.				
Inhalt	Experimentelle Grundlagen spektroskopischer und mikroskopischer Methoden: Theorie und Funktionsweise verschiedener Lasertypen, Spektroskopiemethoden mit hoher orts-, frequenz- oder Zeitauflösung. Anwendung der spektroskopischen und mikroskopischen Methoden zur optischen Untersuchung von Metall-, Halbleiter- und Kohlenstoffnanostrukturen.				

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)	
	3	28	28	34	
	Gesamtaufwand				34
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen- Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 138 B				
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 138 A Empfohlen: Keine				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen aus dem Gebiet der Spektroskopie und Mikroskopie zum tieferen Verständnis der optischen und elektronischen Eigenschaften von Nanostrukturen. Besitz der Fähigkeiten zur eigenständigen Arbeits- und Forschungsplanung innerhalb eines Forschungsprojektes in Kooperation mit einem Team, selbständige Informationsermittlung (Literaturrecherche), Erstellung von qualifizierten wissenschaftlichen Protokollen.				
Inhalt	Experimentelle Grundlagen spektroskopischer und mikroskopischer Methoden: Theorie und Funktionsweise verschiedener Lasertypen, Spektroskopiemethoden mit hoher orts-, frequenz- oder Zeitauflösung. Anwendung der spektroskopischen und mikroskopischen Methoden zur optischen Untersuchung von Metall-, Halbleiter- und Kohlenstoffnanostrukturen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)	
	6	90	45	45	
	Gesamtaufwand				45
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Erfolgreiche Durchführung von Praktikumsversuchen und aktive Teilnahme am Begleitseminar. Art der Modulprüfung: Bewertung der praktischen Arbeit (50%) und ihre schriftliche Ausarbeitung (50%). Die Arbeit kann in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Nanoelektronik und –sensorik
-------------------	-------------------------------------

Modulnummer/-kürzel	CHE 139				
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Klinke, Dr. T Vossmeier				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen aus dem Gebiet der elektronischen Eigenschaften von Nanostrukturen und zugehöriger Methoden sowie ihre Anwendung in Forschung und Technologie. Selbständige Informationsermittlung (Literaturrecherche). Erstellung von qualifizierten wissenschaftlichen Vorträgen.				
Inhalt	Elektronische Eigenschaften von einzelnen Nanostrukturen und Nanostrukturfilmen sowie Grundlagen der molekularen Elektronik. Konzepte zum Aufbau und Wirkungsweise von Sensoren aus Nanomaterialien. Aktuelle Anwendungsbeispiele der Nanoelektronik und -sensorik in Forschung und Technologie.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Nanoelektronik und -sensorik (V) b) Seminar zur Nanoelektronik und –sensorik (S)			3 SWS 1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Nanoelektronik und -sensorik	LP 4,5	P(Std) 42	S(Std) 93	PV(Std)
	b) Seminar zur Nanoelektronik und –sensorik	1,5	14		31
	Gesamtaufwand	6	56	93	31
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Keine. Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): benoteter wissenschaftlicher Vortrag (Referat) im Seminar.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Einführung in die Membrantechnologie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 146				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Physikalischen Chemie und der Technischen und Makromolekularen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. V. Abetz				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Erwerb von Kenntnissen und Kompetenzen aus den Gebieten der Membranverfahren für die Trennung von Mehrstoffgemischen und zugehöriger Materialien und Methoden sowie ihre Anwendung in der Forschung.				
Inhalt	Vorlesung und Seminar behandeln verschiedene Membranverfahren für die Trennung von Mehrstoffgemischen (Mikro/Ultrafiltration, Nanofiltration, Umkehrosmose, Gastrennung, Elektrodialyse). Die verschiedenen Verfahren werden an Beispielen vorgestellt, wobei auch die Membranmaterialien und die theoretischen Grundlagen für die Trennprozesse behandelt werden.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Membrantechnologie (V) b) Seminar zur Membrantechnologie (S)			1 SWS 1 SWS	
Arbeitsaufwand		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)

(Teilleistungen und insgesamt)	a) Einführung in die Membrantechnologie	1,5	14	20	9
	b) Seminar zur Membrantechnologie	1,5	14	25	4
	Gesamtaufwand	3	28	45	13
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Keine. Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Klausur oder mündliche Prüfung Die Art der Prüfung wird vor Beginn der Anmeldephase bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Hybridmaterialien				
Modulnummer/-kürzel	CHE 149				
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie und M.Sc. Nanowissenschaften				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: BSc. Chemie oder Nanowissenschaften Empfohlen: CHE 010 und Makromolekulare Chemie (z.B. CHE 022 A)				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Michael Fröba, JProf. Simone Mascotto				
Sprache	Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Verständnis der Grundlagen der Eigenschaften, Syntheseverfahren und Charakterisierungsmethoden anorganisch-organischer (Hybrid-) Materialien				
Inhalt	Beschreibung und Klassifizierung anorganisch-organischer Materialien; Syntheseverfahren mit Fokus auf Sol-Gel und Polymerisationstechniken; Materialien: poröse, nanostrukturierte und anisotrope Systeme. Charakterisierungsmethoden: Röntgenspektroskopie und -Diffraction, Gassorption, Nukleare Magnetische Resonanz; Optische Eigenschaften, Elektronische und elektrochemische Eigenschaften.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Hybridmaterialien (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Hybridmaterialien (V)	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: Die Prüfungsart gemäß § 13 Absatz 4 wird zu Beginn des Semesters festgelegt; sie kann aus mehreren Teilprüfungen bestehen. Art, Umfang und Termine der (Teil)-Prüfungen werden zum Semesterbeginn angekündigt. Die Prüfungssprache ist Deutsch oder Englisch.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Chemistry in confined spaces				
Modulnummer/-kürzel	CHE 152				
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul MSc Chemie, MSc Nanowissenschaft				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine				

Modulverantwortliche(r)	Michael Fröba, Michael Steiger, Simone Mascotto				
Sprache	Englisch oder Deutsch, i.d.R. Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen auf den Gebieten der nanoporösen Festkörper sowie der physikalisch-chemischen Eigenschaften von Gastspezies innerhalb beschränkter Porenräume (<i>confinement</i>).				
Inhalt	<p>1. Einführung in den Aufbau und die Oberflächenchemie nanoporöser Festkörper (z.B. Kohlenstoffe, Silica, Gläser und Organosilica)</p> <p>2. Betrachtungen des Phasenverhaltens folgender Systeme im Volumen sowie im beschränkten Porenraum</p> <ul style="list-style-type: none"> • reine Gase, Flüssigkeiten und Festkörper sowie homogene Gemischen davon • heterogene Gemische (flüssig/fest, flüssig/gasförmig, fest/fest und fest/gasförmig) • vertiefende Betrachtungen des Systems Wasser/Eis/Wasserdampf <p>3. Betrachtungen des <i>confinement effects</i> auf Basis von Grenzflächen-phänomenen</p> <p>4. Beispiele von <i>confinement effects</i> in natürlichen Prozessen und technologischen Anwendungen</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Chemistry in confined spaces (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Chemistry in confined spaces	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	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Modulprüfung: Klausur oder mündl. Prüfung</p> <p>Die Art der Prüfung wird vor Beginn der Anmeldephase bekannt gegeben.</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Fachliche Vertiefungsphase Physik:

Modultitel	Biomedical Physics I
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-BP-E01
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul • M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: Keine</p> <p>Empfohlen: Keine</p>
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. E. Garutti, Prof. Dr. F. Gruener
Lehrende	Prof. Dr. E. Garutti, Prof. Dr. F. Gruener
Sprache	Englisch
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden mit modernen Methoden der medizinischen Bildgebung (PET, SPECT, MRI, CT, Multi-modal) und den grundlegenden Techniken der Strahlentherapie vertraut.

Inhalt	<p>In diesem Kurs behandeln wir das komplexe Gebiet der verschiedenen Aspekte der medizinischen Therapie und Bildgebung, wobei letzteres im Vordergrund steht. Insbesondere diskutieren wir die physikalischen Grenzen heutiger medizinischer Bildgebungstechniken und behandeln die Frage, wie die Physik einen Mehrwert erbringen kann, indem wir die Grenzen weiter verschieben. Hauptaspekte sind die räumliche Auflösung und Empfindlichkeit bei der Bildgebung von Tumorgewebe und / oder medizinischen Diagnostiken.</p> <p>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 aufbauen und diskutieren können.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Biomedical Physics I (V) • Journal Club (Ü) 			2 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Journal Club 	LP3 2	P(Std) 28 28	S (Std) 32 32	PV (Std) 30 -
	Gesamtaufwand	5	56	64	30
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Prüfungsart: mündliche Prüfung Sprache der Prüfung: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich jedes Wintersemester				
Literatur	<p>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;</p>				

Modultitel	Biomedical Physics II
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-BP-E02
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit	MSc Physik: Wahlpflichtmodul in der Physik und Ergänzungsfach im Bachelor- und Master-Studiengang in anderen Studiengängen in der MIN Fakultät.
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Pearson
Lehrende	Prof. Dr. A. Pearson
Sprache	Englisch
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden mit der Struktur von Makromolekülen, Zellen und Gewebe sowie mit Schlüsselfaktoren der zellulären und extrazellulären Biochemie im Zusammenhang mit Krankheiten,

	einschließlich Krebs, vertraut.				
Inhalt	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Insbesondere werden folgende Themen im Kurs vorgestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Makromolekulare Struktur und Funktion; - Die Architektur der Zelle; - biologische Homöostase; - Der Zellzyklus; - Stoffwechselwege und Regulierung; - Intra- und Interzellularkommunikation; - Therapeutische Liefermittel. 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Biomedical Physics II (V) • Journal Club (Ü) 				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Journal Club 	LP3 2	P(Std) 28 28	S (Std) 32 32	PV (Std) 30 -
	Gesamtaufwand	5	56	64	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsart: mündliche Prüfung Sprache der Prüfung: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich jedes Sommersemester				
Literatur	Physical Biology of the Cell, Phillips, Kondev, Theriot & Orme. Garland Scientific				

Modultitel	Nanostrukturphysik I – Physik und Technologie von Halbleitern und Nanostrukturen
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E02
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Empfehlung 1., 2. oder 3. Semester M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Empfehlung 1. oder 2. Semester
Voraussetzungen für die	Verbindlich: Keine

Teilnahme	Empfohlen: Nanostrukturphysik A oder Physik IV (= Festkörperphysik)				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Wolfgang Hansen				
Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Hansen, Dr. Christian Heyn				
Sprache	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden die wesentlichen Forschungsergebnisse zur Synthese von und Forschung an Halbleiter-Nanostrukturen und Bauelementen zusammenfassen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Halbleiter: Grundlagen und Ladungsträgertransport ▪ Grenzflächen in Halbleitern, klassische Halbleiterbauelemente ▪ Molekularstrahlepitaxie, Selbstorganisation, HL-Quantenpunkte ▪ Transport in niedrigdimensionalen Elektronensystemen ▪ Nanoplasmonics ▪ Metamaterialien ▪ Halbleiter Nanopartikel und Quantisierungseffekte ▪ Halbleiter Nanostäbe und Bauelemente ▪ Thermoelektrische Nanostrukturen ▪ Graphen, Kohlenstoff-Nanoröhren und Organische Halbleiter 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Nanostrukturphysik I (V) • Übungen zur Nanostrukturphysik I (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übungen 	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: keine Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Mündliche Prüfung Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich				
Literatur	wird in der Vorlesung bekannt gegeben				

Modultitel	Nanostrukturphysik II: Magnetismus und Oberflächenphysik				
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E04				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Empfehlung 1., 2. oder 3. Semester				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlagen der Festkörperphysik Grundlagen der Quantenmechanik (Physik III)				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. R. Wiesendanger				
Lehrende	Prof. Dr. R. Wiesendanger, PD Dr. E. Vedmedenko				

Sprache	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls kennen die Studierenden die wesentlichen aktuellen wissenschaftlichen Entwicklungen auf den Gebieten Nanomagnetismus und Oberflächenphysik. Die Studierenden erlernen die wesentlichen experimentellen Techniken auf dem Gebiet des Nanomagnetismus und der Oberflächenphysik. Sie können ferner spezialisierte Techniken theoretischer Beschreibung magnetischer Phänomene einsetzen.				
Inhalt	<p>Ziele des Moduls: Verständnis der unterschiedlichen Arten des Magnetismus isolierter Atome, atomarer Ensembles auf Oberflächen, Nanostrukturen auf Oberflächen sowie Oberflächen von Kristallen.</p> <p>Das Lehrmaterial beinhaltet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Den Überblick der verschiedenen Kopplungsmechanismen zwischen magnetischen Momenten - Den Überblick der magnetischen Ordnung und Phasenübergänge - Die magnetischen Eigenschaften freier Elektronen im magnetischen Festkörpern - Den Überblick über experimentelle Methoden zum Nachweis magnetischer Phänomene 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Nanostrukturphysik II (V) • Übungen zur Nanostrukturphysik II (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	66
Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen für die Anmeldung zur Modulprüfung: keine Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): mündliche Prüfung Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	jährlich				
Literatur	<p><u>Bücher:</u></p> <p>S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter, Oxford (2001)</p> <p>J. M. D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge (2010).</p> <p>R. C. O'Handley, Modern magnetic materials - principles and applications, Wiley, New York (2000)</p> <p>S. Chikazumi, Physics of Ferromagnetism, Oxford (1997)</p> <p>R. Skomski, Simple Models of Magnetism, Oxford (2008)</p> <p>K. Yosida, Theory of Magnetism (1998).</p> <p><u>Reviews:</u></p> <p>R. Wiesendanger (Spin-polarized STM), Rev. Mod. Phys. 81, 1495 (2009)</p> <p>C.H. Marrows (Spin-polarized currents and magnetic domain walls), Advances in Physics 54, 585 (2005).</p> <p>S.D. Bader (Nanomagnetism), Rev. Mod. Phys. 78, 1 (2006).</p>				

Modultitel:	Nanostrukturphysik IV - Nanobiotechnologie				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-FN-E11				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul • M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul 				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Robert H. Blick; Prof. Dr. Arwen Ruth Pearson				
Lehrende:	Prof. Dr. Robert H. Blick; Prof. Dr. Arwen Ruth Pearson				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Qualifikationsziele:	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können Studierende die wesentlichen Forschungsergebnisse zur Energiespeicherung und Energieerzeugung mittels Nanomaterialien oder der Anwendung von Nanostrukturen und Nanomaterialien in den Bereich Medizin und Biotechnologie zusammenfassen.				
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.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Nanostrukturphysik IV - Nanobiotechnologie (V) • Übung zur Nanostrukturphysik IV - Nanobiotechnologie (Ü) 				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	3 1	28 14	32 16	30 -
	Gesamtaufwand	4	42	48	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsart: Klausur oder mdl. Prüfung Sprache der Prüfung: Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	jährlich				
Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben				

Modultitel	Moderne Methoden zur Charakterisierung von Oberflächen und Nanostrukturen				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-FN-E12				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul • M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul 				

Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: Festkörperphysik; Nanostrukturphysik				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Andreas Stierle				
Lehrende:	Prof. Dr. Andreas Stierle				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Qualifikationsziele:	<p>- Verständnis von verschiedenen Methoden zur strukturellen und chemischen Charakterisierung von Nanostrukturen und Oberflächen</p> <p>- Entwicklung von Entscheidungskompetenz für die Methodenwahl zur chemischen und strukturellen Charakterisierung von Nanostrukturen und Oberflächen</p> <p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls haben Studierende gelernt, wie mit Röntgen und Elektronenbeugungsmethoden die atomare Struktur von Oberflächen und Nanostrukturen charakterisiert werden kann. Dabei werden unterschiedliche Verfahren diskutiert, um die Morphologie, atomare Struktur oder Nahordnung zu beschreiben. Weiterhin lernen die Studierenden elektronenspektroskopische Methoden kennen, die zur Charakterisierung der chemischen und elektronischen Eigenschaften eingesetzt werden. Abschließend wird ein Überblick über ortsauflösenden Rastersondentechniken gegeben.</p>				
Inhalt:	<p>I. Röntgenbeugung an Systemen mit reduzierten Dimensionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Röntgen-Reflexion • Röntgenbeugung unter streifendem Einfall, Kleinwinkelstreuung • Oberflächenröntgenbeugung • Beugung an dünnen Filmen, Vielfachschichten und Nanopartikeln <p>II. Elektronenbeugung an niederdimensionalen Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beugung niederenergetischer Elektronen • Beugung hochenergetischer Elektronen • Elektronen als lokale Sonde: EXAFS <p>III. Oberflächensensitive Spektroskopie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Photoemissionsspektroskopie • Auger Elektronenspektroskopie <p>IV. Rastersondentechniken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rastertunnelmikroskopie • Rasterkraftmikroskopie • Rasterelektronenmikroskopie 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Moderne Methoden zur Charakterisierung von Oberflächen und Nanostrukturen (V) • Übung zu Moderne Methoden zur Charakterisierung von Oberflächen und Nanostrukturen (Ü) 			2 SWS	
				2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	3	28	32	30
	Gesamtaufwand	2	28	32	-
		5	56	64	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsart: Klausur oder mdl. Prüfung Sprache der Prüfung: Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				

Häufigkeit des Angebots	jährlich
Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Modultitel	Seminar über Nahfeldgrenzflächenphysik und Nanotechnologie				
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E16				
Semester	Sommer- und Wintersemester				
Verwendbarkeit	M.Sc. Physik M.Sc. Nanowissenschaften				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Physik IV (= Festkörperphysik) oder Nanostrukturphysik A und B des Nanowissenschaften-B.Sc.-Studiengangs				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Roland Wiesendanger				
Lehrende	Prof. Dr. Roland Wiesendanger				
Sprache	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Das Modul vermittelt den Studierenden vertiefte Kenntnisse über und interessante Einblicke in aktuelle Entwicklungen der Forschung in der Festkörper- und Nanostrukturphysik. Es werden aktuelle Fragen der modernen Festkörper- und Nanostrukturphysik sowie experimentelle Methoden zu deren Beantwortung vorgestellt. Ziel ist die Schaffung eines vertieften Fachwissens, um eine Master-Arbeit im Gebiet der experimentellen Festkörper- und Nanostrukturphysik erfolgreich durchführen zu können.				
Inhalt	Vertiefung aktueller Themen der Festkörper- und Nanostrukturphysik Experimentelle Methoden der Festkörper- und Nanostrukturphysik				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> Seminar über Nahfeldgrenzflächenphysik und Nanotechnologie (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	Eigener Vortrag im Rahmen des Seminars gegen Ende des Semesters				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur	wird im Seminar jeweils bekannt gegeben				

Modultitel	Bio- und Nanogrenzflächen
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E18

Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Grundlagen der physikalischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Robert H. Blick				
Lehrende	Prof. Dr. Robert H. Blick, Thomas F. Keller				
Sprache	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> - Überblick über wichtige biophysikalische Prozesse an Grenzflächen - Entwicklung von grundlegendem und fachübergreifendem Verständnis für weiterführende Vorlesungen und Abschlussarbeiten in diesem interdisziplinären Gebiet. <p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls haben die Studierenden gelernt, wie Zellen elektrische Signale weiterleiten, Ionenkanäle und Nanoporen funktionieren und welchen Einfluss eine Grenzfläche auf die Konformation eines Proteins hat. Sie haben Anwendungen im Bereich der Mikrofluidik, Sensorik und Biomedizin sowie Methoden zur Untersuchung biophysikalischer Prozesse kennengelernt, mit deren Hilfe aktuelle wissenschaftliche Fragen beantwortet werden.</p>				
Inhalt	<p>I Einführung</p> <p>II Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft und Energie • Thermodynamische Potentiale • Diffusion • Debye-Hückel Abschirmung, Zeta-Potential <p>III Bio- und Nanogrenzflächen</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>VI Anwendungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikrofluidik • Implantatoberflächen in der Forschung • Bioelektronische Devices • Biosensoren und in-vitro/in-vivo Diagnostik 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Bio- und Nanogrenzflächen (V) 			4 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	LP 6	P(Std) 56	S (Std) 64	PV (Std) 60

insgesamt)	Gesamtaufwand	6	56	64	60
Studien- /Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur oder mdl. Prüfung Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	<p>„Biophysics: A Physiological Approach“, Patrick F. Dillon, Cambridge University Press, 2012.</p> <p>„Bioelectronics Handbook: MOSFETs, Biosensors, and Neurons“, Massobrio, Giuseppe, McGraw-Hill Companies, 1998.</p> <p>MIT Open course ware http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/ (3-051j)</p> <p>„Intermolecular and Surface Forces“, 2nd ed., J.N. Israelachvili, Academic Press, London, 1992.</p> <p>„Biomaterials: Protein–Surface Interactions“, R.A. Latour, in Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering, 2005.</p>				

Modultitel	Röntgenanalytik und –mikroskopie in den Nanowissenschaften	
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E23	
Semester	Sommersemester	
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine	
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Schroer	
Lehrende	Prof. Dr. C. Schroer	
Sprache	Deutsch oder Englisch	
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden die wesentlichen aktuellen röntgenanalytischen und röntgenmikroskopischen Methoden für die Untersuchung von funktionalen Nanomaterialien zusammenfassen.	
Inhalt	<p>Es werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie • Wellenoptik von Röntgenstrahlung und Röntgenoptiken • Tomographie • Rastermikroskopie und Analytik Röntgenfluoreszenz, Absorption, Beugung • Abbildende Röntgenmikroskopie • Abbildung mit kohärenter Röntgenstrahlung 	
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Röntgenanalytik und –mikroskopie in den Nanowissenschaften (V) • Übungen zur Röntgenanalytik und –mikroskopie in den 	<p>2 SWS</p> <p>1 SWS</p>

		Nanowissenschaften (Ü)			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übungen 	LP 3 1	P(Std) 28 14	S (Std) 32 16	PV (Std) 30
	Gesamtaufwand	4	42	48	30
Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulabschlussprüfung: keine Modulabschlussprüfung: Schriftliche Ausarbeitung im Rahmen der Hausarbeit Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				

Modultitel	Die Kunst der Computer-basierten Modellierung und Simulation experimenteller Daten
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E31
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlene: keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Rübhausen Dr. Benjamin Grimm-Lebsanft
Lehrende	Prof. Dr. Michael Rübhausen Dr. Benjamin Grimm-Lebsanft
Sprache	Deutsch oder Englisch
Angestrebte Lernergebnisse	Ein Verständnis der mathematischen Beschreibung experimenteller Daten unter expliziter Berücksichtigung der numerischen und experimentellen Fehler. Hierbei wird zunächst in die Grundlagen der Statistik, Numerik und der Programmierung eingeführt. Danach werden die Grundlagen der Modellierung eines experimentellen Datensatzes behandelt. Im Rahmen von Übungen und eines Computergestützten Projektes werden die Grundlagen vertieft. Projektorientiertes Arbeiten ergänzt Übungen und Vorlesungen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Statistik – Revision der Grundlagen • Numerik: Integrieren, Differenzieren, FFT, Lösen eines linearen Gleichungssystems • DGL's: Runge Kutta • Fit-Algorithmen unter Berücksichtigung experimenteller Fehler: Lineare Funktion; Gauß-Newton Verfahren; Levenberg-Marquardt; Monte-Carlo • Stabilität eines Fits unter Berücksichtigung der experimentellen Fehler

	<ul style="list-style-type: none"> • Globales versus lokales Fit-Minimum 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Die Kunst der Computer-basierten Modellierung und Simulation experimenteller Daten (V) 				2 SWS
	<ul style="list-style-type: none"> • Übungen zu Kunst der Computer-basierten Modellierung und Simulation experimenteller Daten (Ü) 				2 SWS
	<ul style="list-style-type: none"> • Computerübungen zu Kunst der Computer-basierten Modellierung und Simulation experimenteller Daten 				2 SWS
	<ul style="list-style-type: none"> • Projekt zu Kunst der Computer-basierten Modellierung und Simulation experimenteller Daten 				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung • Computer Übung • Projekt 	3	28	32	30
		2	28	16	16
		2	28	16	16
		2	14	23	23
	Gesamtaufwand	9	98	87	85
Studien- /Prüfungsleistungen	Der Projektabschluss-Bericht entspricht der Modulprüfung und wird benotet. Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester Max. 20 Studierende				
Literatur	Numerical Recipes – The Art of Scientific Computing (3rd Edition)				

Modultitel	Quantentransport und experimentelle Quantenphysik
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E32
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Physik IV (Festkörperphysik) ODER Nanostrukturphysik A+B Empfohlen: Grundlagen der Elektrodynamik und Quantenmechanik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Robert H. Blick
Lehrende	Prof. Dr. Robert H. Blick, L. Tiemann
Sprache	Deutsch oder Englisch
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> - Vertiefung wichtiger Prinzipien der Halbleiter- und Festkörperphysik und Einführung von neuen, exotischen Materiezuständen - Verständnis wichtiger Quanteneffekte in Festkörpern und deren experimenteller Untersuchungsmethoden <p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls haben die Studierenden gelernt, 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</p>

	und wie sie experimentell untersucht werden. Die Studierenden haben Anwendungen der modernen Messtechniken von Halbleitern bei Temperaturen ≤ 4.2 Kelvin kennengelernt und besitzen die nötigen Grundlagen, um auf dem Gebiet des Quantentransports experimentell arbeiten zu können.				
Inhalt	<p>I Einführung</p> <p>II Grundlagen der Festkörper- und Halbleiterphysik (ca. 15% der VL)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bandstrukturen • Eigenschaften der Ladungsträger <p>III Grundlagen der Halbleitertechnologie (ca. 15%)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wachstum von Halbleitern • Prozessierung, Strukturierung und Reinraumtechnologien • Charakterisierungsmethoden <p>IV Quanteneffekte und Quantentransport (ca. 60%)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transport von Ladungsträgern • Wechselwirkungen und Defekte • Quantisierung durch Einschlusspotentiale und Magnetfelder • Quanten-Hall-Effekte und Graphen • Topologische Systeme • Quanteneffekte in Nanostrukturen <p>V Messmethoden und Technologien (ca. 10%)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Tieftemperaturphysik (4.2 Kelvin bis Millikelvin-Bereich) • Grundlagen der Messdatenaufnahme für Transport bei tiefen Temperaturen (Messmethoden und Datenaufnahme/Programmierung) 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Quantentransport und experimentelle Quantenphysik (V) • Seminar zu Quantentransport und experimentelle Quantenphysik (S) 			2 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Seminar 	LP 3 1	P (Std) 28 14	S (Std) 32 8	PV (Std) 30 8
	Gesamtaufwand	4	42	40	38
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Eine 15minütige Präsentation im Rahmen des begleitenden Seminars</p> <p>Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung</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	<p>„Semiconductor Nanostructures: Quantum states and electronic transport“, Thomas Ihn, Oxford Univ. Press, 2011</p> <p>"The physics of low-dimensional semiconductors: an introduction", John H. Davies, Cambridge Univ. Press, 2009</p> <p>„Semiconductor spintronics“, Thomas Schäpers, De Gruyter, 2016</p> <p>"Introduction to the Physics of Electrons in Solids", Henri Alloul, Springer-Verlag, 2011</p>				

Modultitel	Methods in Nanobiotechnology					
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E34					
Semester	Wintersemester					
Verwendbarkeit	MSc Nanoscience: Elective course, University of Hamburg MSc Physic: Elective course, University of Hamburg					
Voraussetzungen für die Teilnahme	Required: none Suggested: none					
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Wolfgang Parak					
Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Parak Dr. Neus Feliu Dr. Indranath Chakraborty					
Sprache	Englisch					
Angestrebte Lernergebnisse	In diesem Fortgeschrittenen-Kurs wird eine Einführung über moderne Methoden und Aspekte der Nanobiotechnologie gegeben. Die Studierenden sind für wissenschaftliche Arbeiten in dieser Thematik vorbereitet.					
Inhalt	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, Bioconugation, photophysikalische Grundlagen, u.s.w. behandelt.					
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Methods in Nanobiotechnology (V) • Übung zu Methods in Nanobiotechnology (Ü) • Praktikum zu Methods in Nanobiotechnology (P) 			2 SWS	2 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)	
	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung • Praktikum 	3	28	32	30	
	Total	7	84	96	30	
Studien-/Prüfungsleistungen	Examination form: Seminar presentation and a written or oral test. Sprache: in der Regel Englisch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.					
Dauer	1 Semester					
Häufigkeit des Angebots	Annually in Winter Term Max. 20 Students					
Literatur	own script will be distributed					

Modultitel	Wahlpflichtpraktikum Physik
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E37
Verwendbarkeit	BSc & MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die	Verbindlich: Keine

Teilnahme	Empfohlen: Keine				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz der Kenntnis und Anwendung moderner und anspruchsvoller Synthesemethoden oder Kenntnisse moderner Techniken und Verfahren. Das Modul verbindet die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Übung eines wissenschaftlichen Vortrags, Literaturrecherche) mit physikalischen Inhalten.				
Inhalt	Das Wahlpflichtpraktikum kann in einer Arbeitsgruppe der Physik nach Wahl durchgeführt werden.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	In der Regel: Praktikum mit Seminar (P/S)				6-15 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	In der Regel: Praktikum mit Seminar	LP 6-15	P(Std) 140-340	S(Std) 20-55	PV(Std) 20-55
	Gesamtaufwand	6-15	140-340	20-55	20-55
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Erfolgreiche Durchführung von Praktikumsversuchen. Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Protokoll				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Modultitel	Moderne Molekülphysik – Clusterphysik				
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-LP-E06				
Zuordnung	Experimentalphysik				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	PD Dr. Michael Martins				
Lehrende	PD Dr. Michael Martins				
Sprache	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>- Kenntnisse über die Grundlagen, Anwendungen und den wissenschaftlichen Stand der Forschung an Clustern.</p> <p>- Berechnung geometrischer und elektronischer Strukturen kleiner Cluster.</p> <p>- Einblick in das Fachgebiet, das im Größenbereich zwischen der Atom und der Festkörperphysik liegt.</p> <p>- Das erworbene Fachwissen dient dazu, eine experimentelle Masterarbeit im Gebiet sehr kleiner Nanostrukturen erfolgreich anfertigen zu können.</p> <p>Im Einzelnen werden die folgenden Themen behandelt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimentelle Methoden der Clusterphysik: Herstellung, Nachweis Spektroskopie • Einführung in die Quantenchemie sowie der Berechnung von Clustern und Molekülen • Geometrische Struktur von Clustern und Strukturbestimmung • Elektronische Struktur von Cluster – Photoelektronenspektroskopie, Metallcluster, magnetische Eigenschaften • Chemische Eigenschaften und Katalyse • Kohlenstoffcluster, Fullerene und Nanotubes <p>In der Übung wird eine Einführung in quantenchemische Rechnungen gegeben, um die in der Vorlesung diskutierten geometrischen und elektronischen Strukturen kleiner Cluster zu berechnen.</p>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Clusterphysik: Was sind Cluster? • Grundlagen quantenchemischer Methoden • Experimentelle Methoden der Cluster-, Molekül-, und Ionenphysik • Bindungen in Clustern • Geometrische, elektronische, chemische und magnetische Eigenschaften von massenselektierten Clustern 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Moderne Molekülphysik (V) • Übung zu Moderne Molekülphysik (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 62	PV (Std) 62

(Teilleistungen und insgesamt)	• Übung	2	28	32	
	Total	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsart: in der Regel mündliche Prüfung Sprache der Prüfung: deutsch oder englisch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	jährlich				
Literatur	Umfangreiches Folienskript				

Fachliche Vertiefungsphase: weitere Vertiefungsmodule

Modultitel	RNA Biochemistry A				
Modulnummer/-kürzel	CHE 455 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Zoya Ignatova/ Prof. Dr. Daniel Wilson/ Dr. Andreas Czech				
Sprache	Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Ziel des Kurses ist die Vermittlung von Wissen rund um Ribonukleinsäuren (RNA). Die Studierenden erlangen Wissen über die RNA-Struktur-Funktions-Beziehungen, die RNA-vermittelten Regulationsmechanismen und der RNA-vermittelten Proteinexpression. Sie besitzen fundierte Kenntnisse der modernen Methoden zur Analysen der RNAs.				
Inhalt	Im Seminar hält jeder Student einen Vortrag (Englisch), der die Fähigkeit zu kritischem Literaturlesen, Präsentieren und Diskutieren wissenschaftlicher Publikationen verbessern soll.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) RNA Biochemistry (V) b) RNA Biochemistry Seminar (S)			2 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	Se (Std)	PV (Std)
	a) RNA Biochemistry	3	28	28	34
	b) RNA Biochemistry Seminar	3	28	28	34
	Gesamtaufwand	6	56	56	68
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<u>Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung:</u> keine <u>Art der Prüfung/Modulprüfung:</u> Referat im Seminar (40%) + Klausur (60%)				

Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultitel	Membranproteine				
Modulnummer/-kürzel	CHE 475				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 021 A(Biochemie - Vorlesungsmodul), CHE 021 B (Biochemie - Praktikumsmodul) Empfohlen: Keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Henning Tidow				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Kenntnisse in Funktion und Struktur von Membranproteinen sowie in Methoden zu deren Charakterisierung.				
Inhalt	In der Vorlesung und im Seminar werden die besonderen Charakteristika von Membranproteinen sowie die Struktur und Funktion verschiedener Membranproteinklassen behandelt, wobei inhaltliche Bezüge zu biochemischen Fragestellungen hergestellt werden. Zusätzlich werden biophysikalische Methoden zur Charakterisierung von Membranproteinen thematisiert. Im Praktikum werden Versuche zur Vertiefung des Vorlesungsstoffes durchgeführt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Membranproteine (V) b) Seminar Membranproteine (S) c) Praktikum Membranproteine (P)				1 SWS 1 SWS 3 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	Se (Std)	PV (Std)
	a) Membranproteine	1,5	14	14	15
	b) Seminar Membranproteine	1,5	14	14	10
	c) Praktikum Membranproteine	3	42	45	
	Gesamtaufwand	6	70	73	25
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Mündliche Zwischenprüfungen vor Beginn der Praktikumsversuche sowie die Anfertigung von Versuchsprotokollen sind als unbenotete Studienleistung zu erbringen. <u>Art der Modulprüfung:</u> Klausur (90 Minuten) erfolgt über Inhalte der Vorlesung, des Seminars und des Praktikums (70% der Gesamtbewertung) und Seminarvortrag (30% Gesamtbewertung).				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Synthetische Zellbiologie - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 498 A				
Verwendbarkeit	B.Sc. MLS: Wahlpflichtmodul M.Sc. MLS: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Zoya Ignatova; Dr. Andreas Czech				
Sprache	Englisch oder Deutsch, in der Regel Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Dieses Projekt soll eine Verknüpfung theoretischer Lehrinhalte mit praktischer Arbeit an einer selbstständig entwickelten Idee ermöglichen. Den Studierenden wird Raum für Kreativität und Verantwortung eingeräumt, um ein eigenes Projekt konzeptionell zu erarbeiten. Im Seminar hält jede/r Studierende einen Vortrag, der die Fähigkeiten zu kritischem Literaturlesen und dem Präsentieren wissenschaftlicher Publikationen verbessern soll.				
Inhalt	Ziel des Kurses ist es, Wissen über die Verknüpfung der grundlegenden Mechanismen und physiologischen Aktivitäten der Zelle zu vermitteln, um dann gezielt neue Eigenschaften zu entwerfen und auch ganz neue Systeme zu erschaffen. Dabei werden nicht die Eigenschaften existierender Organismen verbessert, sondern biologische Zellen kreativ mit neuen Komponenten ausgestattet, die in der Natur in dieser Form bisher nicht vorkommen. Das hohe wirtschaftliche Potential wird auch mit einer starken Diskussion über ethische Aspekte und Verantwortung verbunden.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Synthetische Zellbiologie (V) b) Synthetische Zellbiologie (S)			1 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	Se (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 Studien- und Prüfungsleistungen	<u>Voraussetzungen zur Modulprüfung:</u> aktive Teilnahme am Seminar <u>Art der Modulprüfung:</u> Referat im Seminar auf Englisch (40%) + mdl. Prüfung oder Klausur in Deutsch oder Englisch (60%). Benotet. Art der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Modultitel	Methoden moderner Röntgenphysik I
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-LP-E05
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit	MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Empfehlung 1., 2. oder 3. Semester MSc Physik: Wahlpflichtmodul Empfehlung 1. oder 2. Semester
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulverantwortliche(r)	PD Dr. Michael Martins, PD Dr. Gerhard Grübel
Lehrende	PD Dr. Michael Martins, PD Dr. Gerhard Grübel, Dr. Edgar Weckert

Sprache	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Studierende haben die Grundlagen moderner Röntgenphysik erarbeitet. Sie kennen die Einführung in die Thematik aber auch die Anwendungen von Röntgenstrahlung zur Untersuchung verschiedenster Systeme. Studierende haben ein fundiertes Fachwissen erlangt, um eine experimentelle Masterarbeit auf dem Gebiet der Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie erfolgreich zu absolvieren.</p> <p>Dazu gehört eine Einführung in die Thematik aber auch die Anwendungen von Röntgenstrahlung zur Untersuchung verschiedenster Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie Absorption, Streuung, Auger Effekt, Harte- und weiche Röntgenstrahlung • Beschleunigerbasierte Quellen für Röntgenstrahlung Synchrotronstrahlung und Freie Elektronen Laser • Experimentelle Methoden Spektroskopie und Beugung • Röntgenoptik Optische Materialien, EUV Lithographie, Fresnel Gleichungen • Anwendung von Röntgenstrahlung Kleine Quantensysteme 				
Inhalt	<p>Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie</p> <p>Erzeugung von Röntgenstrahlung</p> <p>Eigenschaften von Röntgenstrahlung</p> <p>Experimentelle Methoden in der Röntgenphysik</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Methoden moderner Röntgenphysik I (V) • Übung zu Methoden moderner Röntgenphysik I (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	LP 6 2	P (Std) 56 28	S (Std) 62 32	PV (Std) 62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien- /Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Klausur oder mdl. Prüfung</p> <p>Sprache der Prüfung: deutsch oder englisch</p> <p>Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	jährlich im WiSe				
Literatur	wird in der Vorlesung bekannt gegeben; umfangreiches Folienskript				

Modultitel	Methoden moderner Röntgenphysik II - Struktur und Dynamik kondensierter Materie
-------------------	--

Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-LP-E10				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit	MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Physik: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Besuch der Veranstaltung Methoden moderner Röntgenphysik I				
Modulverantwortliche(r)	PD Dr. Gerhard Grübel, PD Dr. Michael Martins				
Lehrende	PD Dr. Gerhard Grübel, PD Dr. Michael Martins				
Sprache	Deutsch oder Englisch, Lehrmaterial in englischer Sprache				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Das Modul vermittelt den Studierenden vertiefte Kenntnisse über den wissenschaftlichen Stand der experimentellen Forschung in der Festkörperphysik mit modernen Methoden der Röntgenphysik. Zum Stoff der Vorlesung gehören folgende Themengebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kohärenz und ihre Anwendung (Interferenz, Beugung, Speckle, Kohärenzlängen und –funktion, Strukturbestimmung mit kohärenter Röntgenstreuung) • Weiche Materie (Polymere, Kolloide, Nanocomposite, Röntgenkleinwinkelstreuung und Anwendungen) • Glass Physik (physikalische Eigenschaften, Strukturbestimmung, Dynamik, kernresonante Streuung) • Korrelierte Elektronensysteme (strukturelle Eigenschaften, Phasenübergänge, resonante Röntgenstreuung, magnetische Eigenschaften, magnetische Streuung) <p>Ziel ist die Schaffung eines vertieften experimentellen Fachwissens, um eine experimentelle Master-Arbeit im Gebiet der Festkörper- und Nanostrukturphysik erfolgreich durchführen zu können</p>				
Inhalt	Vertiefte Kenntnisse der Festkörperphysik Experimentelle Methoden der Röntgenphysik				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Methoden moderner Röntgenphysik II (V) • Übung zu Methoden moderner Röntgenphysik II (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	LP 6 2	P (Std) 56 28	S (Std) 62 32	PV (Std) 62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: keine Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Klausur oder mdl. Prüfung Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				

Häufigkeit des Angebots	Jährlich
Literatur	wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Modultitel	Physik VI (Atom-, Molekül- und Laserphysik)				
Modulnummer/-kürzel	PHY-E6				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik: Pflichtmodul B.Sc. oder M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II und PHYSIK III.				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Klaus Sengstock, Prof. Dr. Henning Moritz				
Lehrende	Prof. Dr. Klaus Sengstock, Prof. Dr. Henning Moritz, Prof. Dr. Roman Schnabel				
Sprache	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.				
Angestrebte Lernergebnisse	Überblick über die Methoden und Ergebnisse der experimentellen Atom-, Molekül- und Laserphysik und ihre Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle.				
Inhalt	I. Wasserstoffatom und relativistische Korrekturen II. Atome mit mehreren Elektronen III. Atome in magnetischen und elektrischen Feldern IV. Anregung von Atomen durch elektromagnetische Strahlung, Auswahlregeln V. Atto- und Femtosekunden-Dynamik in Atomen und Molekülen VI. Lasermanipulation der Bewegung von Atomen VII. Moleküle und Molekül-Spektren VIII. Laserprinzip und Strahleigenschaften IX. Laser und optische Resonatoren X. Dynamik in Lasern und Laseranwendungen				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> Physik VI (V) Übungen zur Physik VI (Ü) 				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> Vorlesung Übung 	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		5	56	47	47
	Gesamtaufwand	7	84	79	47
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				

Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Modultitel	Quantenmechanik I				
Modulnummer/-kürzel	PHY-T2				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik: Pflichtmodul B.Sc. oder M. Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Theoretische Physik I sowie Mathematik I, II und III				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Potthoff				
Lehrende	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Behandlung der nichtrelativistischen Quantenmechanik. • Verständnis der grundsätzlichen Erweiterung physikalischer Begriffsbildung gegenüber klassischer Physik. • Fähigkeit zur mathematischen Beschreibung quantenmechanischer Systeme. 				
Inhalt	I. Schrödinger-Gleichung II. Observable und Operatoren III. Eigenwertprobleme für Operatoren IV. Wahrscheinlichkeitsinterpretation und Unschärferelationen V. eindimensionale Probleme VI. Zentralkraftproblem und Drehimpulsoperator VII. Pauli-Gleichung mit Magnetfeld <small>[SEP]</small> VIII. Störungstheorie, Fermis Goldene Regel IX. Mehrteilchensysteme, Fermi- und Bose- Vertauschungsregeln				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Quantenmechanik I (V) • Übungen zu Quantenmechanik I (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	LP 6 3	P (Std) 56 28	S (Std) 62 62	PV (Std) 62

	Gesamtaufwand	9	84	124	62
Studien- /Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	wird in der Vorlesung bekannt gegeben				