

Modulhandbuch

zum Masterstudiengang Nanowissenschaften der Universität Hamburg

Stand: 20. Mai 2012

Die nachfolgenden, detaillierten Modulbeschreibungen sind wie folgt strukturiert:

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

Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<i>Arbeitsaufwand in Leistungspunkten für die Einzelveranstaltungen.</i>	LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<i>Gesamtaufwand</i>				
Studien- /Prüfungsleistungen	<i>Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.</i>				
Dauer	<i>Dauer des Moduls (z.B. 1 oder 2 Semester).</i>				
Häufigkeit des Angebots	<i>Angebotsturnus.</i>				
Literatur:					

Pflichtmodule:

Modultitel:	Festkörperphysik für Fortgeschrittene
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-FN-E01
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • MSc Physik: Wahlpflichtmodul • MSc Nanoscience: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- verbindliche: Bachelor of Science in Physik oder Nanoscience - empfohlene: Physik IV (= Festkörperphysik) oder Nanostrukturphysik A und B des Nanoscience-BSc-Studiengangs Theoretische Physik II - IV
Modulverantwortliche(r):	
Lehrende:	
Sprache:	Deutsch oder Englisch, Lehrmaterial in der Regel englisch
Angestrebte Lernergebnisse	Das Modul vermittelt den Studierenden vertiefte Kenntnisse über den wissenschaftlichen Stand der Forschung in der Festkörper- und Nanostrukturphysik. 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)

	<ul style="list-style-type: none"> - Korrelierte Elektronensysteme am Beispiel von Hoch-Temperatur Supraleitern und Manganaten - 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> <p>Ziel ist die Schaffung eines vertieften Fachwissens, um eine experimentelle Master-Arbeit im Gebiet der Festkörper- und Nanostrukturphysik erfolgreich durchführen zu können</p>				
Inhalt:	Vertiefung aktueller Themen der Festkörperphysik Experimentelle Methoden der Festkörperphysik				
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"> • Festkörperphysik für Fortgeschrittene (V) • Übungen zur Festkörperphysik für Fortgeschrittene (Ü) 	6	56	62	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 im Wintersemester				
Literatur:	wird in der Vorlesung bekannt gegeben				

Modultitel:	Energiematerialien und Nanobiotechnologie
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-FN-E11
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • MSc Nanowissenschaften: Pflichtmodul • MSc Physik: Wahlpflichtmodul

Voraussetzungen für die Teilnahme:	empfohlen: Nanostrukturphysik B oder Physik IV (= Festkörperphysik)				
Modulverantwortliche(r):	Kornelius Nielsch, J. Bachmann, N.N				
Lehrende:	Kornelius Nielsch, J. Bachmann, N.N				
Sprache:	Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden 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"> • Energiematerialien und Nanobiotechnologie (V) • Übungen zu Energiematerialien und Nanobiotechnologie (Ü) 			2 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Energiematerialien und Nanobiotechnologie (V) • Übungen zu Energiematerialien und Nanobiotechnologie (Ü) 	3	28	30	32
		1	14	16	
	Gesamtaufwand	4	42	46	32
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:					

Modultitel:	Physikalische Chemie
Modulnummer/-kürzel:	CHE 103
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und	MSc Chemie: Pflichtmodul 1. Semester

Zuordnung zum Curriculum	MSc Nanowissenschaften: Pflichtmodul 1. Semester Bei Zulassung zum Sommersemester: Jeweils Pflichtmodul 2. Fachsemester				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. H. Weller				
Lehrende:	Prof. Dr. H. Weller, Dr. K Hoppe				
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:	Physikalische Chemie für Fortgeschrittene (V) Übung zu Physikalische Chemie für Fortgeschrittene (Ü)			3 SWS 1 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Physikalische Chemie für Fortgeschrittene	4,5	42	56	37
	• Übung zu Physikalische Chemie für Fortgeschrittene	1,5	14	31	
	Gesamtaufwand	6	56	87	37
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	Materialchemie
Modulnummer/-kürzel:	CHE 40
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit,	MSc Nanowissenschaften: Pflichtmodul 1. Fachsemester

Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Bei Zulassung zum Sommersemester: Pflichtmodul 2. Fachsemester					
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Grundlagen der Organischen Chemie (CHE 05 oder CHE 81 A) Grundlagen der allgemeinen Chemie (CHE 01, CHE 01L, CHE 01N)					
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. P. Theato					
Lehrende:	Prof. Dr. P. Theato; Prof. Dr. M. Fröba					
Sprache:	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch					
Angestrebte Lernergebnisse	Besitz von Kenntnissen und Kompetenzen auf dem Gebiet der organischen und der anorganischen Materialchemie.					
Inhalt:	Elektronenbuchhaltung, Wadesche Regel, wichtige Reaktionstypen, ausgesuchte Katalysezyklen Einführung in die Methoden zur Bindungsbildung in der organischen Chemie, Definition und Beispiele von organischen Nanomaterialien, Liposome und Mizellen, Farbstoffe, halbleitenden organische Materialien, Oligomere und Polymere, Supramolekulare Chemie 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:	Strukturchemie (V) Materialchemie (V) Übung zur Materialchemie (Ü)			1 SWS	2 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)	
	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturchemie • Materialchemie • Übung zur Materialchemie 	1,5	14	14	17	
		3	28	28	34	
		1,5	14	31		
	Gesamtaufwand	6	56	73	51	
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Keine. Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Klausur					
Dauer	1 Semester					
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester					
Literatur:						

Modultitel:	Projektstudie in Nanowissenschaften
-------------	--

Modulnummer/-kürzel:	PHY-N-PS				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> MSc Nanowissenschaften: Pflichtmodul 				
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:	Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Chemie und Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Mit der Bearbeitung vorbereitender Aufgabenstellungen erarbeitet sich die oder der Studierende die speziellen experimentellen und/oder theoretischen Methoden und die Kenntnis des Gebietes soweit, dass sie oder er sie zur Bearbeitung von Fragestellungen, aus dem das Thema der Master-Arbeit stammen soll, erfolgreich anwenden kann.</p> <p>Planung und Strukturierung des vorgesehenen Forschungsprojektes.</p>				
Inhalt:					
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> Selbstständige wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung. 				SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> 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,					

Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> 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:	<p>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.</p> <p>Im Zweifelsfall entscheidet der Prüfungsausschuss-Vorsitzende.</p>				
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:	<p>Die Masterarbeit bildet den Abschluss des Master-Studiums.</p> <p>Die Masterarbeit besteht aus</p> <ul style="list-style-type: none"> der Durchführung eines Forschungs- bzw. wissenschaftlichen Entwicklungsprojekts, 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:	<ul style="list-style-type: none"> Selbstständige wissenschaftliche Arbeit im Team. 				
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> 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:					

Wahlpflichtmodule der Chemie:

Modultitel:	Anorganische Chemie I [AC I]				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 06				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	BSc Chemie: Pflichtmodul 2. Semester Bachelor-Teilstudiengang Chemotechnik (LAB): Pflichtmodul 2. Semester Lebensmittelchemie (Staatsexamen): Pflichtmodul, Empfehlung 2. Semester MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Grundlagen der allgemeinen Chemie (CHE 01, CHE 01L, CHE 01N)				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. J. Heck				
Lehrende:	Prof. Dr. J. Heck, PD Dr. M. Steiger				
Sprache:	Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Verständnis der Grundlagen von Atombau und chemischer Bindung.				
Inhalt:	Vertiefung von Atombau und Periodensystem der Elemente, Einführung in die Symmetriellehre, MO-Theorie, Koordinationsverbindungen: Atombau und Trends im PSE Symmetrie, Symmetrioperationen und Punktgruppen Einführung in die qualitative MO-Theorie Koordinationsverbindungen, Isomerie, Kristallfeld- und Ligandenfeldtheorie, Grundzüge des molekularen Magnetismus.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Anorganische Chemie I (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Anorganische Chemie I	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: keine Art der Modulprüfung: Klausur				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:					

Modultitel:	Grundpraktikum in Organischer Chemie I [OC-P L]				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 14 L				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<p>Bachelor-Teilstudiengang Chemie (LAGym): Pflichtmodul 5. Semester, Empfehlung 3. Semester</p> <p>Bachelor-Teilstudiengang Chemotechnik (LAB): Pflichtmodul 5. Semester, Empfehlung 3. Semester</p> <p>MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul</p>				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<p><u>Verbindlich:</u> Grundlagen der Organischen Chemie (CHE 05 oder CHE 81 A)</p> <p><u>Empfohlen:</u> Grundlagen der allgemeinen Chemie (CHE 01, CHE 01L, CHE 01N)</p>				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. B. Meyer				
Lehrende:	Prof. Dr. B. Meyer, Dr. B. Werner, wissenschaftliche Mitarbeiter				
Sprache:	Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Erwerb praktischer Fähigkeiten und Fertigkeiten beim organisch-präparativen Arbeiten unter Berücksichtigung der Anwendung der Arbeits- und Sicherheitsvorschriften, Beherrschung von analytischen Methoden und wissenschaftlicher Dokumentation sowie die Vertiefung von theoretischen Kenntnissen aus dem Stoffgebiet der Organischen Chemie. 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.</p>				
Inhalt:	<p>Organisch chemische Reaktionen wie Additionsreaktionen, Substitutionsreaktionen, Eliminierungsreaktionen, Redoxreaktionen, Umlagerungsreaktionen sowie C-C- und C-Heteroatomverknüpfungen.</p> <p>Verfahren zur Trennung, Reinigung und Trocknung wie Destillation, Kristallisation, Umkristallisation, Extraktion, Dünnschicht- und Säulenchromatographie.</p> <p>Analytische Methoden wie IR-, NMR-Spektroskopie und Massenspektrometrie.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Einführung in die organisch-chemische Labortechnik (V)			1 SWS	
	Grundpraktikum in Organischer Chemie (P)			6 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> Einführung in die organisch-chemische Labortechnik Grundpraktikum in Organischer Chemie 	1	15	15	
		5	111	39	
	Gesamtaufwand	6	126	54	
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Vor Beginn der praktischen Arbeiten werden grundlegende Kenntnisse der Sicherheitsunterweisung und der organisch-chemischen Labortechnik überprüft (Eingangskolloquium).</p> <p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine.</p> <p>Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (präparative Arbeiten, Kolloquien,</p>				

	Testate der Praktikumsprotokolle, schriftlicher Abschlusstest). Das Modul wird mit bestanden / nicht bestanden gewertet und geht nicht in die Berechnung der Fachnote ein.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur:	Organikum Organische Chemie, z.B. Vollhardt, Bruice

Modultitel:	Anorganische Chemie III [AC III]				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 16				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	BSc Chemie: Pflichtmodul 5. Semester B. Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Grundlagen der allgemeinen Chemie, Physikalische Chemie und Mathematik I + II, Organische Chemie I + II, Anorg. Chemie I + II (CHE 01, CHE 02, CHE 04, CHE 05, CHE 06, CHE 09, CHE 10)				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. J. Heck				
Lehrende:	Prof. Dr. J. Heck				
Sprache:	Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Es soll ein vertieftes Verständnis der Komplexchemie und der Organometallchemie erworben werden.				
Inhalt:	Anwendungen und Vertiefung der Koordinationschemie mit Beispielen aus der Bioanorganik und Katalyse, Organometallchemie der Haupt- und Nebengruppen, Katalysezyklen: Koordinationschemie, Liganden, 18 VE-Regel, Koordinationszahl 1-9, Beispiele aus der Bioanorganik, Elektronentransfer, Substitutionsreaktionen, trans-Effekt, Photochemie, MO-Theorie, Organometallchemie, Hauptgruppen, Nebengruppen, σ - und π -Ligandkomplexe, Sandwichverbindungen, organometallische Elementarschritte, Katalyse, nucleophile Additionsreaktionen an koordinierte π -Liganden				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Anorganische Chemie I (V)			2 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Anorganische Chemie I	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	3	28	42	20

Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: keine Art der Modulprüfung: Klausur
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur:	

Modultitel:	Integriertes Synthesepraktikum in Anorganischer und Organischer Chemie (Crashkurs)				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 20 A				
Semester	Jedes Semester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul 1. Semester MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> Grundpraktikum in Organischer Chemie I [OC-P L] (CHE 14 L) <u>Empfohlen:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. C. Meier				
Lehrende:	Prof. Dr. J. Heck, Prof. Dr. C. Meier				
Sprache:	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. Führen eines Laborjournals mit Hinweisen auf Sicherheits- und Entsorgungsaspekte, Anfertigung von Protokollen zu den Versuchen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Integriertes Synthesepraktikum in Anorganischer und Organischer Chemie (P)			6 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Integriertes Synthesepraktikum in Anorganischer und Organischer Chemie	6	90	60	30
	Gesamtaufwand	6	90	60	30

Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zu den Modulteilprüfungen 1 und 2: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle) Art der Modulprüfungen 1 und 2: Mündliche Prüfungen in Anorganischer und Organischer Chemie, Gewichtung: je 50% der Modulabschlussnote.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Literatur:	

Modultitel:	Biochemie – Praktikumsmodul [BC (P)]				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 21 B				
Semester	Winter- und Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	BSc Chemie: Wahlmodul BSc Biologie: Wahlmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Einführende Veranstaltung in die Biochemie				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. U. Hahn				
Lehrende:	Prof. Dr. U. Hahn, Dr. P. Ziegel Müller				
Sprache:	Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Methoden zur Analyse und Reinigung von Proteinen sowie moderne Methoden der Molekularbiologie.				
Inhalt:	Im Praktikum werden moderne Methoden der Proteinreinigung und Analytik (SDS-PAGE, Western-Blot, ELISA) sowie der Molekularbiologie (PCR, Southern-Blot, Klonierung, Mutagenese) praktisch angewendet				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Biochemisches Praktikum (P+S)				5 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Biochemisches Praktikum	6	108	34	38
	Gesamtaufwand	6	108	34	38
Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss (Testate auf vier Protokolle und zwei mündliche Zwischenprüfungen). Art der Modulprüfung: Mündliche Prüfung.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Literatur:	<p>Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, 4. Auflage 2008, Springer Verlag</p> <p>Biochemie, J. M. Berg, L. Stryer, J. L. Tymoczko, 6. Auflage 2007, Spektrum Akademischer Verlag</p> <p>Lehrbuch der Biochemie, 1. Auflage 2002, D. J. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt, Wiley-VCH</p> <p>Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, 2. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag</p>
------------	--

Modultitel:	Regenerative Energieumwandlung				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 112				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<p>MSc Chemie: Wahlpflichtmodul</p> <p>MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul</p>				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<p><u>Verbindlich:</u> keine</p> <p><u>Empfohlen:</u> Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie</p>				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. A. Mews				
Lehrende:	Prof. Dr. A. Mews, Dr. H. Heller, Dr. K. Hoppe				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>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</p>				
Inhalt:	<p>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</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Regenerative Energieumwandlung (V) Forschungspraktikum (P)				2 SWS 6 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Regenerative Energieumwandlung	3	28	28	34
	• Forschungspraktikum	6	90	45	45

	Gesamtaufwand	9	118	73	79
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Erfolgreiche Durchführung von Praktikumsversuchen. Die Modulprüfung ist die schriftliche Ausarbeitung der praktischen Arbeit unter Berücksichtigung der im Modul vermittelten theoretischen Inhalte (Projektabschluss). Die Arbeit kann in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	Energie				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 114 A				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. M. Fröba				
Lehrende:	Prof. Dr. M. Fröba				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Verständnis der Grundlagen von Atomaufbau und chemischer Bindung.				
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:	Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung 	LP 3	P(Std) 28	S (Std) 28	PV (Std) 34
	Gesamtaufwand	3	28	28	34
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: keine Art der Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung				

Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur:	

Modultitel:	Quantenchemie I
Modulnummer/-kürzel:	CHE 134
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul BSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Beherrschung grundlegender Kenntnisse über Quantenmechanik, chemische Bindung und Spektroskopie und ihre sichere Anwendung. (CHE 11 /PC III)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. C. Herrmann
Lehrende:	Prof. Dr. C. Herrmann
Sprache:	Deutsch
Angestrebte Lernergebnisse	Solides Grundwissen theoretische Chemie und Quantenchemie, insbesondere Hartree-Fock-Theorie
Inhalt:	<p>1) Grundlagen der Quantenmechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operatoren und Observablen, Erwartungswerte, zeitabhängige und zeitunabhängige Schrödingergleichung - Konstruktion des Hamiltonoperators für Moleküle - Born–Oppenheimer-Näherung - Pauli-Prinzip - Näherungsansätze für die Wellenfunktion (Hartree-Produkt, Slaterdeterminante, Spin- und Raumorbitale) - Interpretation der Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsdichte - Variationsprinzip - Störungstheorie - Atomare Einheiten <p>2) Mathematische Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vektoren - Matrizen - Determinanten - Unitäre Transformationen - Eigenwertgleichungen - Lineare Operatoren

	<p>3) Hartree–Fock-Theorie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definition von Slater-Determinanten über den Antisymmetrisierungsoperator - Erwartungswerte und Matrixelemente von Ein- und Zweiteilchenoperatoren für Slaterdeterminanten (insbesondere Energieerwartungswert) - Coulomb- und Austauschintegrale - Coulomb-, Austausch- und Fock-Operator - Ableitung des Hartree–Fock-Gleichungen anhand des Variationsprinzips - Invarianz von Erwartungswerten unter unitären Transformationen der Orbitale - Koopmans Theorem - Brillouin-Theorem - Hartree–Fock-Theorie für Closed-Shell-Systeme (Restricted Hartree–Fock (RHF)) - Hartree–Fock-Gleichungen in Basisdarstellung - Dichtematrix - Fockmatrix - Symmetrische Orthogonalisierung der Basis - Self-Consistent-Field-Algorithmus - Moleküleigenschaften aus Hartree–Fock-Theorie in Basisdarstellung; Populationsanalyse - Hartree–Fock-Theorie für Open-Shell-Systeme (Unrestricted Hartree–Fock (UHF)) - Basissätze in praktischen quantenchemischen Berechnungen <p>4) Einführung Moller-Plesset-Störungstheorie und Dichtefunktionaltheorie (DFT)</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Quantenchemie I (V) Übung zur Quantenchemie (Ü)				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Quantenchemie I	3	28	50	12
	• Übung zur Quantenchemie	3	28	50	12
	Gesamtaufwand	6	56	100	24
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:	Jens Reinhold, „Quantentheorie der Moleküle“, Vieweg + Teubner 3. Aufl 2006; , Attila Szabo und Neil S. Ostlund, „Modern Quantum Chemistry“, Dover 1996.				

Modultitel:	Quantenchemie II				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 135				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul BSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Beherrschung grundlegender Kenntnisse über Quantenmechanik, chemische Bindung und Spektroskopie und ihre sichere Anwendung. (CHE 11 /PC III) sowie Modul CHE 134 (Quantenchemie I)				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. C. Herrmann				
Lehrende:	Prof. Dr. C. Herrmann				
Sprache:	Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Erweitertes Grundwissen theoretische Chemie und Quantenchemie, insbesondere Korrelationsmethoden und Dichtefunktionaltheorie				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - 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) 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Quantenchemie II (V) Übung zur Quantenchemie II (Ü)				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Quantenchemie II	3	28	50	12
	• Übung zur Quantenchemie II	3	28	50	12
	Gesamtaufwand	6	56	100	24
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung				
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:	Soft (Nano-)Matter				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 137				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	N.N.				
Lehrende:	N.N.				
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:	Soft (Nano-)Matter (V) Soft (Nano-)Matter - Praktikum (P)				4 SWS 6 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Soft (Nano-)Matter	6	56	56	68
	• Soft (Nano-)Matter - Praktikum	6	90	45	45
	Gesamtaufwand	12	146	101	113
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Erfolgreiche Durchführung von Praktikumsversuchen. Modulprüfung ist die schriftliche Ausarbeitung der praktischen Arbeit unter Berücksichtigung der im Modul vermittelten theoretischen Inhalte (Projektabschluss). Die Arbeit kann in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden.				

Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur:	

Modultitel:	Optische Spektroskopie und Mikroskopie an Nanomaterialien				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 138				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. A. Mews				
Lehrende:	Prof. Dr. A. Mews, Dr. T. Kipp				
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:	Spektroskopie und Mikroskopie an Nanomaterialien (V) Praktikum (P)			2 SWS 6 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Spektroskopie und Mikroskopie an Nanomaterialien	3	28	28	34
	• Praktikum	6	90	45	45
	Gesamtaufwand	9	118	73	79
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Erfolgreiche Durchführung von Praktikumsversuchen. Die Modulprüfung ist die schriftliche Ausarbeitung der praktischen Arbeit				

	unter Berücksichtigung der im Modul vermittelten theoretischen Inhalte (Projektabschluss). Die Arbeit kann in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur:	

Modultitel:	Nanoelektronik und -sensorik				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 139				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. A. Klinke, Dr. T Vossmeier				
Lehrende:	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:	Nanoelektronik und -sensorik (V) Seminar zur Nanoelektronik und -sensorik (S)			3 SWS 1 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Nanoelektronik und -sensorik	4,5	42	93	
	• Seminar zur Nanoelektronik und -sensorik	1,5	14		31
	Gesamtaufwand	6	56	93	31
Studien-/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 Wintersemester
Literatur:	

Modultitel:	Zellbiologie				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 414				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	MSc Biologie: Wahlmodul BSc Molecular Life Sciences: Pflichtmodul 4. Semester MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. U. Hahn				
Lehrende:	Prof. Dr. U. Hahn; Dr. C. Meyer, Dr. P Ziegelmüller				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen wichtige zelluläre Vorgänge auf molekularer Ebene.				
Inhalt:	In der Vorlesung werden die Funktionsweisen eukaryontischer Zellen behandelt. Dabei geht es um Kompartimente und Zellorganelle, Zellteilung, Bewegung von Zellen, zelluläre Kommunikation, Apoptose, Signaltransduktion und Stammzellen. Im Seminar wird das Wissen anhand aktueller Literatur weiter ausgebaut. Im Praktikum werden mit modernen mikroskopischen und molekularbiologischen Methoden die Inhalte der Vorlesung und des Seminars vertieft und praktisch angewendet.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Zellbiologie (V) Seminar zu Zellbiologie (S) Praktikum zu Zellbiologie (P)			2 SWS 1 SWS 4,5 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Zellbiologie • Seminar zu Zellbiologie • Praktikum zu Zellbiologie 	3 1,5 4,5	28 14 112	28 28	34 3 23
	Gesamtaufwand	9	154	56	60
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Eine erfolgreiche Teilnahme am Seminar (unbenoteter Vortrag) und Praktikum (unbenotete Testate auf Protokolle) ist Voraussetzung für die schriftliche Abschlussprüfung.				

	Art der Modulprüfung: Die Klausur erfolgt über die Inhalte der Vorlesung, des Seminars und des Praktikums und geht zu 100 % in die Gesamtbewertung ein.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur:	Molecular Biology of the Cell, B. Alberts et al, 5th edition 2008, Garland

Modultitel:	Evolutive Methoden				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 465				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Chemie: Wahlpflichtmodul MSc Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- verbindlich: Voraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme am Modul CHE 21, Studenten, die die Voraussetzung bereits im Bachelorstudium erfüllt haben, melden sich bitte im Studienbüro Chemie - empfohlene: keine				
Modulverantwortliche(r):	JProf. Dr. Andrea Rentmeister				
Lehrende:	JProf. Dr. Andrea Rentmeister				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden besitzen Kenntnisse und Kompetenzen in modernen Methoden der gerichteten Evolution (insbesondere von Proteinen) und im High-Throughput Screening und können diese in der Forschung anwenden.				
Inhalt:	In der Vorlesung werden moderne Methoden wie <i>in vitro</i> Evolution, Protein-Engineering, Phage-Display, SELEX, mRNA-Display, Mutagenese- und Rekombinationsmethoden, Screening- und Selektionsmethoden, Analyse von Bibliotheken sowie die Evaluierung von Screens behandelt. Die Methoden sollen anschließend zur Lösung von forschungsrelevanten Fragestellungen eingesetzt werden. Im Praktikum werden die Inhalte der Vorlesung anhand praktischer Beispiele veranschaulicht.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Evolutiven Methoden (V) Evolutiven Methoden (P)			2 SWS 3 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Evolutiven Methoden (V)	3	28	28	34
	• Evolutiven Methoden (P)	3	72	18	
	Gesamtaufwand	6	100	46	34

Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Wird am Beginn des Semesters bekannt gegeben. Eine erfolgreiche Teilnahme am Praktikum (unbenotete Testate und Protokolle) ist Voraussetzung für die Abschlussprüfung. Die Abschlussprüfung erfolgt schriftlich oder mündlich über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums und geht zu 100 % in die Gesamtbewertung ein.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur:	Protein Engineering Handbook, S. Lutz, U.T. Bornscheuer, 1. Auflage 2008, Wiley-VCH Directed Evolution Library Creation, F.H. Arnold, G. Georgiu, 1. Auflage 2003, Springer Directed Enzyme Evolution, F.H. Arnold, G. Georgiu, 1. Auflage 2003, Springer Evolutionary Methods in Biotechnology: Clever Tricks for Directed Evolution, S. Brakmann, A. Schwienhorst, 1. Auflage 2004, Wiley-VCH

Wahlpflichtmodule der Physik:

Modultitel:	Atom-, Molekül- und Laserphysik
Modulnummer/-kürzel:	PHY-E6
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	BSc Physik: Pflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II und PHYSIK III
Modulverantwortliche(r):	N.N.
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	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 IV (V) Übungen zu Physik IV (Ü) 			4 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> Physik IV (V) Übungen zu Physik IV (Ü) 	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:					

Modultitel:	Theoretische Physik I (= Klassische Feldtheorie)
Modulnummer/-kürzel:	PHY-T1
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	BSc Physik: Pflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II sowie Mathematik I und II
Modulverantwortliche(r):	N.N.
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 in Deutsch und Englisch.
Angestrebte	<ul style="list-style-type: none"> Erlernen verallgemeinerter Prinzipien und Formulierungen der

Lernergebnisse	klassischen Physik. <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur mathematischen Beschreibung mechanischer Systeme im Rahmen des Lagrange-Formalismus. • Fähigkeit zur Identifizierung von Symmetrien physikalischer Systeme. • Verständnis der Implikation der Lorentz-Invarianz für elektromagnetische Phänomene. 				
Inhalt:	I. Hamiltonsches Prinzip II. Lagrange-Formalismus III. Noether Theorem IV. Zentralkraftproblem V. Kleine Schwingungen VI. Lagrange-Formalismus des elektromagnetischen Feldes VII. Elektrodynamische Potentiale VIII. Eichinvarianz IX. Lorentz-Invarianz, kovariante Schreibweise X. Homogene und inhomogene Wellengleichung				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Physik I (V) • Übungen zu Theoretischer Physik I (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Physik I (V) • Übungen zu Theoretischer Physik I (Ü) 	6	56	62	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 Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	Theoretische Physik II (= Quantenmechanik I)
Modulnummer/-kürzel:	PHY-T2
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	BSc Physik: Pflichtmodul MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Theoretische Physik I sowie Mathematik I, II und III
Modulverantwortliche(r):	N.N.

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. Hamilton-Formalismus, Poisson-Klammer II. Schrödinger-Gleichung III. Observable und Operatoren IV. Eigenwertprobleme für Operatoren V. Wahrscheinlichkeitsinterpretation und Unschärferelationen VI. eindimensionale Probleme VII. Zentralkraftproblem und Drehimpulsoperator VIII. Pauli-Gleichung mit Magnetfeld IX. Störungstheorie, Fermis Goldene Regel X. Mehrteilchensysteme, Fermi- und Bose-Vertauschungsregeln XI. Bellsche Ungleichung und verschränkte Zustände				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Physik II (V) • Übungen zu Theoretischer Physik II (Ü) 			4 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Physik II (V) • Übungen zu Theoretischer Physik II (Ü) 	6 3	56 28	62 62	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:					

Modultitel:	Quantenmechanik II
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-BE-T01
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum	<ul style="list-style-type: none"> • MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul • MSc Physik: Wahlpflichtmodul

Curriculum					
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlene: Fundierte Kenntnisse der Theoretischen Physik				
Modulverantwortliche(r):	N.N.				
Lehrende:	G. Sigl, A. Lichtenstein				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden die wesentlichen aktuellen wissenschaftlichen Entwicklungen auf den Gebieten der zweiten Quantisierung, Korrelationsfunktionen, der zeitabhängigen Störungstheorie und der relativistischen Quantenmechanik zusammenfassen.				
Inhalt:	I Nichtrelativistische Vielteilchensysteme <ul style="list-style-type: none"> – Zweite Quantisierung fuer Fermionen und Bosonen – Korrelationsfunktionen und Streuung II Relativistische Wellengleichungen (Klein-Gordon Gleichung, Dirac Gleichung) III Relativistische Felder und ihre Quantisierung				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Quantenmechanik II (V) • Übungen zu Quantenmechanik II (Ü) <div style="float: right; text-align: right;"> 4 SWS 2 SWS </div>				
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)	
	<ul style="list-style-type: none"> • Quantenmechanik II (V) • Übungen zu Quantenmechanik II (Ü) 	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	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 Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	Nanostrukturphysik I – Physik und Technologie von Halbleitern und Nanostrukturen
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-FN-E02
Semester	Wintersemester

Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul • MSc Physik: Wahlpflichtmodul 				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Nanostrukturphysik A oder Physik IV (= Festkörperphysik)				
Modulverantwortliche(r):	Christian Heyn, Stefan Mendach, Kornelius Nielsch				
Lehrende:	Christian Heyn, Stefan Mendach, Kornelius Nielsch				
Sprache:	Deutsch				
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"> • Nanostrukturphysik I (V) • Übungen zur Nanostrukturphysik I (Ü) 	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 im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	Nanostrukturphysik II: Magnetismus und Oberflächenphysik				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-FN-E04				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Physik: Wahlpflichtmodul 				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> - 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				
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:	Ziele des Moduls: Verständnis der unterschiedlichen Arten des Magnetismus isolierter Atome, atomarer Ensembles auf Oberflächen, Nanostrukturen auf Oberflächen sowie Oberflächen von Kristallen. Das Lehrmaterial beinhaltet <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"> Nanostrukturphysik II (V) Übungen zur Nanostrukturphysik II (Ü) 	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	49	84	94	62

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 im Sommersemester
Literatur:	<p><u>Bücher:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter, Oxford (2001) • J. M. D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge (2010). • R. C. O'Handley, Modern magnetic materials - principles and applications, Wiley, New York (2000) • S. Chikazumi, Physics of Ferromagnetism, Oxford (1997) • R. Skomski, Simple Models of Magnetism, Oxford (2008) • K. Yosida, Theory of Magnetism (1998). <p><u>Reviews:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • R. Wiesendanger (Spin-polarized STM), Rev. Mod. Phys. 81, 1495 (2009) • C.H. Marrows (Spin-polarized currents and magnetic domain walls), Advances in Physics 54, 585 (2005). • S.D. Bader (Nanomagnetism), Rev. Mod. Phys. 78, 1 (2006).

Modultitel:	Festkörperspektroskopie mit Synchrotronstrahlung
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-FN-E06
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Empfehlung, 1. Oder 2. Semester • MSc Physik: Wahlpflichtmodul Empfehlung 1. oder 2. Semester
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Methoden moderner Röntgenphysik I
Modulverantwortliche(r):	Wilfried Wurth
Lehrende:	Michael Martins, Wilfried Wurth
Sprache:	Deutsch oder Englisch, Lehrmaterial in englischer Sprache
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Das Modul vermittelt den Studierenden vertiefte Kenntnisse über den wissenschaftlichen Stand der Forschung in der Festkörper- und Nanostrukturphysik. Zum Stoff der Vorlesung gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse über Erzeugung und Anwendung von Synchrotronstrahlung • Photoelektronenspektroskopie als Methode zur Untersuchungen der Bandstruktur von Festkörpern und zum experimentellen Nachweis von Vielteilcheneffekten in Festkörpern • Magnetooptische Spektroskopie zur Untersuchung statischer und

	<p>dynamischer magnetischer Eigenschaften von Festkörpern (z.B. atomare magnetische Momente, magnetische Phasenübergänge)</p> <ul style="list-style-type: none"> Inelastische Spektroskopie zur Untersuchung elementarer Anregungen eines Festkörpers (z.B. Phononen, Magnonen, oder elektronische Anregungen) <p>In den Übungen werden Schlüsselexperimente anhand von ausgewählten aktuellen Fachpublikationen diskutiert, mit denen sich die Studierenden auseinandersetzen.</p> <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 Festkörperphysik				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> Festkörperspektroskopie mit Synchrotronstrahlung (V) Übungen zur Festkörperspektroskopie mit Synchrotronstrahlung (Ü) 			2 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> Festkörperspektroskopie mit Synchrotronstrahlung (V) Übungen zur Festkörperspektroskopie mit Synchrotronstrahlung (Ü) 	3	28	28	34
	Gesamtaufwand	4	42	44	34
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:	Elektronik I
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-FN-E08
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> MSc Physik: Wahlpflichtmodul, Empfehlung 1. Semester (Das Modul gehört zu allen Forschungsschwerpunkten: Experimentalphysik) Master-Studiengang innerhalb der MIN-Fakultät
Voraussetzungen für die	<u>Verbindlich</u> : B.Sc.-Studiengang, ab dem 6. Semester

Teilnahme:					
Modulverantwortliche(r):	T. Matsuyama				
Lehrende:	T. Matsuyama				
Sprache:	Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Erlernen des Funktionsprinzips wichtiger analoger Grundsaltungen mit passiven Bauelementen • Vermittlung der mathematischen Konzepte zur Beschreibung von elektrischen Signalen und deren Erzeugung, Verarbeitung und Übertragung • Erlernen des Konzepts von Ersatzschaltungen • Erkennen und Lösen von Problemen bei physikalischen Messungen • Praktische Erfahrungen mit Oszilloskopen, Netzgeräten und Bauelementen • Praktische Einführung in die Erstellung und Dimensionierung elektronischer Schaltungen mit passiven Bauelementen • Vorbereitung für die Lehrveranstaltung Elektronik II 				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Elektroinstallation • Mikrocontroller-Technik mit PICAXE • Lineare Netzwerke mit passiven Bauelementen • Elektrische Quellen und Verbraucher • Wechselstromlehre • Hochpass und Tiefpass • LC-Schwingkreise • Systemtheorie (LTI-Systeme, Faltungintegral, Laplace-Transformation und Fourier-Transformation) <p>Die Inhalte können sich gegebenenfalls je nach aktueller Fragestellung und Schwerpunktsetzung ändern und werden zur Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Elektronik 1 (V) • Praktische Übungen zu Elektronik 1 (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Elektronik 1 (V) • Praktische Übungen zu Elektronik 1 (Ü) 	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Art der Modulabschlussprüfung: Klausur</p> <p>Für die erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung und den (praktischen) Übungen sowie die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben gibt es einen Bonus.</p> <p>Genauere Information sowie Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				

Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	jährlich im Wintersemester (Beginn: WS 2013/14) Im WS 2012/13 findet keine Vorlesung statt.
Literatur:	

Modultitel:	Elektronik II
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-FN-E09
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • MSc Physik: Wahlpflichtmodul, Empfehlung 2. Semester (Das Modul gehört zu allen Forschungsschwerpunkten: Experimentalphysik) • Master-Studiengang innerhalb der MIN-Fakultät
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> B.Sc.-Studiengang, ab dem 6. Semester <u>Empfohlene:</u> erfolgreiche Teilnahme am Modul Elektronik I
Modulverantwortliche(r):	T. Matsuyama
Lehrende:	T. Matsuyama
Sprache:	Deutsch
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Erlernen des Funktionsprinzips wichtiger analoger Grundschaltungen mit passiven und aktiven Bauelementen • Vermittlung der mathematischen Konzepte zur Beschreibung von elektrischen Signalen und deren Erzeugung, Verarbeitung und Übertragung • Erlernen des Konzepts von Ersatzschaltungen und Erkennen der einzelnen Funktionseinheiten einer vorhandenen Schaltung und Beurteilung ihrer Wichtigkeit • Praktische Erfahrungen mit Operationsverstärkern • Praktische Einführung in Entwurf, Erstellung, Dimensionierung und Optimierung einfacher elektronischer Schaltungen
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Operationsverstärker • Rückkopplung und Stabilität • Vierpol-Theorie • Nichtlineare Systeme • Grundlagen der Halbleiterphysik • Dioden, Transistoren und deren Anwendungen • Option: Leitungen, Hochfrequenzmesstechnik, Modulation und Demodulation, aktuelle Fragestellungen <p>Die Inhalte können sich gegebenenfalls je nach aktueller Fragestellung und Schwerpunktsetzung ändern und werden zur Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.</p>

Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> Elektronik 2 (V) Praktische Übungen zu Elektronik 2 (Ü) 	4 SWS				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> Elektronik 2 (V) Praktische Übungen zu Elektronik 2 (Ü) 	LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)	
		6	56	62	62	
	Gesamtaufwand	8	84	94	62	
Studien-/Prüfungsleistungen	Art der Modulabschlussprüfung: Klausur Für die erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung und den (praktischen) Übungen sowie die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben gibt es einen Bonus. Genaue Information sowie Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Dauer	1 Semester					
Häufigkeit des Angebots	jährlich im Sommersemester (Beginn: SS 2014)					
Literatur:						

Modultitel	Festkörpertheorie
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-FN-T05
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	MSc Physik: Wahlpflichtmodul (jedes Semester möglich)
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Kenntnisse der Quantenmechanik I und der Experimentellen Festkörperphysik werden vorausgesetzt
Modulverantwortliche(r):	Jun.-Prof. Dr. Frank Lechermann und Prof. Dr. A. I. Lichtenstein
Lehrende:	Jun.-Prof. Dr. Frank Lechermann oder Prof. Dr. A. I. Lichtenstein
Sprache:	Deutsch oder Englisch
Angestrebte	Ziel dieses Moduls sind die Vermittlung der wichtigen theoretischen Konzepte

Lernergebnisse	der Festkörperphysik. Das Verständnis für den Festkörper als komplexes Vielteilchenproblem soll gestärkt werden. Die Möglichkeit, aktuelle Forschung auf diesem Gebiet bewerten/nachvollziehen zu können, soll geschaffen werden.				
Inhalt:	Periodisches Gitter, Elementare Anregungen, Bloch-Theorem, Zweite Quantisierung, Störungstheorie, Effektive Einteilchentheorie der Elektronen, Tight-Binding-Formalismus, Elektronische Dichtefunktionaltheorie, Elektron-Elektron-Wechselwirkung, Phononen, Elektron-Phonon-Wechselwirkung, Fröhlich-Hamiltonian, BCS-Hamiltonian				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Festkörpertheorie (V) • Übungen zur Festkörpertheorie (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Festkörpertheorie (V) • Übungen zur Festkörpertheorie (Ü) 	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Teilnahme an Vorlesung und Übungen Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Schriftliche Abschlussprüfung Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	jährlich im Sommersemester				
Literatur:	wird in der Vorlesung bekannt gegeben				

Modultitel:	Einführung in die Quanteninformationsverarbeitung
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-LP-E02
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • MSc Physik: Wahlpflichtmodul Empfehlung 1. oder 2. Semester
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Kenntnisse der Quantenmechanik

Modulverantwortliche(r):	Henning Moritz				
Lehrende:	Henning Moritz				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, je nachdem ob das Masterstudium auf Englisch umgestellt wird				
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden aktuelle Publikationen im Gebiet der Quanteninformationsverarbeitung lesen, zusammenfassen und erklären. Sie werden experimentelle Implementierungen von Quantenbytes, Quantengattern, und Quantenalgorithmen verstehen können und sie in Bezug auf die DiVincenzo Kriterien bewerten können.				
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verschränkung, Quantengatter 2. Physikalische Realisierung 3. Quantenalgorithmen 4. Dekohärenz und Fehlerkorrektur 5. Quantensimulation 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Quanteninformationsverarbeitung (V) • Übungen zur Einführung in die Quanteninformationsverarbeitung (Ü) 			2 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Einführung in die Quanteninformationsverarbeitung (V)	3	28	28	34
	• Übungen zur Einführung in die Quanteninformationsverarbeitung (Ü)	2	28	32	
	Gesamtaufwand	5	56	60	34
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	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Nielsen, Chuang, "Quantum Computation and Quantum Information", Cambridge University Press. • Stolze, Suter, "Quantum Computing", Wiley-VCH. • Audretsch, "Verschränkte Systeme", Wiley-VCH. • N. D. Mermin, "Quantum Computer Science", Cambridge University Press. 				

Modultitel:	Methoden moderner Röntgenphysik I
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-LP-E05

Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Empfehlung 1., 2. oder 3. Semester • MSc Physik: Wahlpflichtmodul Empfehlung 1. oder 2. Semester 				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	Michael Martins, Gerhard Grübel				
Lehrende:	Michael Martins, Gerhard Grübel, Edgar Weckert				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Im Rahmen des Moduls sollen die Grundlagen moderner Röntgenphysik erarbeitet werden. 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 <p>Ziel der Vorlesung ist es, ein fundiertes Fachwissen zu erlangen, um eine experimentelle Master-Arbeit auf dem Gebiet der Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie erfolgreich zu absolvieren.</p>				
Inhalt:	Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie Erzeugung von Röntgenstrahlung Eigenschaften von Röntgenstrahlung Experimentelle Methoden in der Röntgenphysik				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Methoden moderner Röntgenphysik I (V) • Übungen zu Methoden moderner Röntgenphysik I (Ü) 			2 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	• Methoden moderner Röntgenphysik I (V)	3	28	28	34
	• Übungen zu Methoden moderner Röntgenphysik I (Ü)	1	14	16	
	Gesamtaufwand	4	42	44	34
Studien-	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: keine				

/Prüfungsleistungen	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 im Wintersemester
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, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Empfehlung 2. Semester • MSc Physik: Wahlpflichtmodul Empfehlung 2. Semester
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Methoden moderner Röntgenphysik I
Modulverantwortliche(r):	Gerhard Grübel, Michael Martins
Lehrende:	Gerhard Grübel, Michael Martins, Christian Gutt
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) • Übungen zu Methoden moderner Röntgenphysik II (Ü) 	2 SWS			
					1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Methoden moderner Röntgenphysik II (V) 	3	28	28	34
	<ul style="list-style-type: none"> • Übungen zu Methoden moderner Röntgenphysik II (Ü) 	1	14	16	
	Gesamtaufwand	4	42	44	34
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 im Sommersemester				
Literatur:	wird in der Vorlesung bekannt gegeben				

Modultitel:	Modern Molecular Physics: Spectroscopic Probes of Fundamental Physics
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-LP-E12
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • MSc Physics (all years) • MSc Nanosciene (all years) • Diplom Physics (years 3–5)
Voraussetzungen für die Teilnahme:	without obligation: Quantum Mechanics Introduction to Atomic, Molecular, and Laser Physics and Quantum Optics advantageous: The Basis of Modern Molecular Physics
Modulverantwortliche(r):	Jochen Küpper
Lehrende:	Prof. Dr. Jochen Küpper, Dr. Melanie Schnell
Sprache:	English (German possible if all participants have appropriate language skills)
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Participation in this module introduces a set of fundamental open questions in Physics and their (experimental) approach using current experiments in atomic, molecular and (quantum) optics (AMO) physics.</p> <p>The students will explore the limitations of the current understanding of physics and develop the skills to envision, plan, simulate, and eventually perform novel experiments in AMO physics to investigate these questions and to further our fundamental understanding of physics.</p>

	Participants will be able to search for current (primary) literature, to explore a new scientific field, and to independently read and understand articles on previously unknown AMO physics.				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • modern spectroscopy, power and limits • preparation of controlled/cold atoms, molecules and ions • precision measurements <ul style="list-style-type: none"> ○ frequency combs, with applications in precision spectroscopy ○ optical clocks ○ time-dependence of fundamental constants ○ parity violation in chiral molecules <ul style="list-style-type: none"> ▪ and its implications for the asymmetry of life ○ time-reversal symmetry and the electric dipole moments of elementary particles (the electron) ○ QED in highly charged ions • the new SI – an International System of Units based on fundamental constants 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Modern Molecular Physics (V) • Übungen zu Modern Molecular Physics (Ü) 			1 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Modern Molecular Physics (V) • Übungen zu Modern Molecular Physics (Ü) 	LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)
		2	14	20	26
	Gesamtaufwand	3	28	36	26
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: B.Sc. in Physics, or B.Sc. in Chemistry, Nanoscience, with/plus detailed introduction of AMO physics Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): oral exam				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	every 2 to 4 semesters				
Literatur:	necessary primary scientific literature will be distributed in class, for preparation any AMO physics textbook is good, i.e., the books by Demtröder (“Molecular Physics” and “Laser Spectroscopy”), Haken and Wolf, Foot (“Atomic Physics”), etc.				