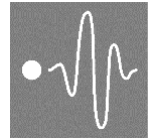




Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Fachbereich Physik



**Modulhandbuch zum Bachelorstudiengang
Physik und Chemie von Nanomaterialien
der Universität Hamburg**

Stand 04/2026 gültig ab WiSe 26/27

Pflichtmodule aus dem Fachbereich Physik:	6
Grundlagen der Programmierung	6
Mathematik A (Lineare Algebra, Analysis-I).....	6
Mathematik B (Analysis-II, Komplexe Funktionen).....	7
Physik A (Mechanik, Fluidik).....	8
Physik B (Elektrodynamik).....	9
Quantenphysik/-chemie.....	9
Numerische Methoden in Physik und Chemie.....	10
Grundlegende Eigenschaften von Festkörpern und ihren Nanostrukturen (Nanostrukturphysik A)	11
Phasenübergänge und funktionale Eigenschaften von Festkörpern und ihren Nanostrukturen (Nanostrukturphysik B)	12
Physikalisches Praktikum	12
Praktikum Nanostrukturphysik	13
Pflichtmodule aus der Chemie:	14
Grundlagen der Allgemeinen Chemie	14
Grundlagen der Allgemeinen Chemie II	15
Organische Chemie	16
Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie	17
Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik.....	17
Physikalische Chemie III: Vertiefung der klassischen Physikalischen Chemie	18
Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie.....	19
Organische Chemie von Nanomaterialien	20
Praktikum Grundlagen der Chemie.....	21
Nanochemie I	22
Praktikum Nanochemie.....	22
Anorganische Chemie II.....	23
Weitere Pflichtmodule	25
Abschlussmodul - Bachelorarbeit	25
Summerschool.....	25
Wahlpflichtmodule der Physik	27
Nanostructure Physics I.....	27
Nanostructure Physics II: Surface Science and Magnetism	28
Nanostructure Physics III: Nano-Bio-Interfaces	29

Nanostructure Physics IV - Nanobiotechnology and Energy Materials	31
Complex Materials	32
Kern- und Teilchenphysik (Physik V)	33
Atome, Moleküle und Quantenoptik (Physik VI)	34
Theoretische Mechanik und Elektrodynamik	35
Quantenmechanik I (Th. Physik II)	35
Statistik und Thermodynamik	36
Proseminare	37
Wahlpflichtmodule der Chemie	38
Anorganische Chemie II.....	40
Grundpraktikum in Organischer Chemie	38
Anorganische Chemie III.....	39
Rechtskunde und Toxikologie	40
Biochemie - Vorlesungsmodul	42
Biochemie - Praktikumsmodul	43
Makromolekulare Chemie.....	44
Quantenchemie I.....	45

Die nachfolgenden, detaillierten Modulbeschreibungen sind wie folgt strukturiert:

Modultitel:	<i>Titel des Moduls.</i>
Modulnummer/-kürzel:	<i>Kürzel zur Identifikation des Moduls.</i>

Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> Zusammenhang mit anderen Modulen des Studiengangs sowie Verwendbarkeit für andere Studiengänge 					
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<p>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).</p>					
Modulverantwortliche(r)						
Lehrende:						
Sprache:	<p>Sprache (Deutsch oder Englisch), in der alle bzw. einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls durchgeführt werden.</p>					
Qualifikationsziele:	<p>Leitfrage: Welche Lernergebnisse sollen Studierende nach erfolgreichem Abschluss des Moduls erreicht haben?</p> <p>z. B. im Sinne von:</p> <ul style="list-style-type: none"> Lernergebnisse, die Wissen oder Anwenden nachweisen: z.B. definieren/darstellen/ messen/ berichten/ bewerten von Information, Theorie- und/oder Faktenwissen Lernergebnisse, die praktische Fertigkeiten, bei denen Kenntnisse (Wissen) eingesetzt werden, nachweisen: z.B. ausführen, demonstrieren etc. <p>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.“</p>					
Inhalt:	<p>Der (Lehr)inhalt sollte die Ziele des Moduls benennen. (Welche fachlichen, methodischen, fachpraktischen und fächerübergreifenden Inhalte sollen vermittelt werden, damit die Modulziele erreicht werden?)</p>					
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<p>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).</p>				SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<p>Arbeitsaufwand in Leistungspunkten für die Einzelveranstaltungen.</p>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<p>Gesamtaufwand</p>					
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.</p>					
Dauer	<p>Dauer des Moduls (z.B. 1 oder 2 Semester).</p>					
Häufigkeit des Angebots	<p>Angebotsturnus und in welchem Semester.</p>					
Literatur:						

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

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

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

Pflichtmodule aus dem Fachbereich Physik:

Modultitel:	Grundlagen der Programmierung				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N-GP				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Gregor Kasieczka				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch				
Qualifikationsziele:	Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über ein grundlegendes Verständnis von Programmierkonzepten und deren Anwendung in der physikalischen Forschung. Sie haben Kenntnisse in der Programmiersprache Python erworben und können diese für die Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen einsetzen. Zudem haben sie ein Verständnis für wichtige Werkzeuge und Methoden zur effizienten Softwareentwicklung entwickelt, um ihre Programmierarbeit zu optimieren und qualitativ hochwertige Lösungen zu erstellen.				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Erste Schritte in Python • Umgang mit Daten • Algorithmisches Denken • Werkzeuge zur effizienten Softwareentwicklung, Daten- und Ressourcennutzung 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Programmierung (V) • Übungen (Ü) 				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Programmierung (V) • Übungen (Ü) 	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		2	28	32	
	Gesamtaufwand	4	56	64	
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulabschlussprüfung: Übungsabschluss (benotet) Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Mathematik A (Lineare Algebra, Analysis-I)				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N-MA				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Günter Sigl				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch				

Qualifikationsziele:	Studierende beherrschen das Differenzieren und Integrieren von Funktionen sowie die Grundlagen der linearen Algebra. Sie können Differentialgleichungen als eine Form der Beschreibung von Naturphänomenen erkennen.				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> Lineare Algebra: Vektoren, Matrizen, lineare Gleichungssysteme Lineare Abbildungen, Vektorräume, Eigenwertproblem Funktionen (einer Veränderlichen) und ihre Eigenschaften Regeln der Differenzialrechnung Potenzreihen, Taylorreihen, Regeln der Integralrechnung Fourierreihen, Fouriertransformationen, Funktionenräume lineare und gewöhnliche Differenzialgleichungen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> Mathematische Grundlagen der Physik A (V) Übungen zu den Mathematischen Grundlagen der Physik A (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> Mathematische Grundlagen der Physik A (V) Übungen zu den Mathematischen Grundlagen der Physik A (Ü) 	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulabschlussprüfung: Klausur (benotet) Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Mathematik B (Analysis-II, Komplexe Funktionen)				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N-MB				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in PHY-N-MA				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Gleb Arutyunov				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch				
Qualifikationsziele:	Studierende beherrschen das Differenzieren und Integrieren von Funktionen mehrerer Veränderlicher. Sie können Differentielle und Integrale Gleichungen als mathematische Formen von Naturphänomenen erkennen.				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> Funktionen mehrerer Veränderlicher Partielle Ableitungen Mehrfachintegrale Vektordifferentiation (Gradient, Divergenz, Rotation) Kurven im Raum und Kurvenintegral Volumen und Oberflächenintegrale, Integralsätze Komplexe Funktionen und Funktionentheorie 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> Mathematische Grundlagen der Physik B (V) Übungen zu den Mathematischen Grundlagen der Physik B (Ü) 			2 SWS	2 SWS

Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Grundlagen der Physik B (V) • Übungen zu Mathematische Grundlagen der Physik B (Ü) 	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 31	PV (Std) 31
		2	28	32	
	Gesamtaufwand	5	56	63	31
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulabschlussprüfung: Klausur (benotet) 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 den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Physik A (Mechanik, Fluidik)				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N1				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andreas Stierle				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	Studierende haben Kenntnisse über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der klassischen Physik mit Schwerpunkt Mechanik unter besonderer Berücksichtigung der Eigenschaften von Strukturen im Nanometer-Bereich.				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Allg. Einführung in die Nanostrukturphysik • Kinematik • Newton'sche Axiome • Impuls • Energieerhaltungssatz • Drehbewegungen • Schwingungen, Nanomechanik • Fluidmechanik und Mikrofluidtechnik • Bewegung von Nanopartikeln in Gasen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Physik A (Mechanik, Fluidik) (V) • Übungen zu Physik A (Ü) 				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Physik A für Studierende der Physik und Chemie von Nanomaterialien (V) • Übungen zu Physik A (Ü) 	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 62	PV (Std) 62
		2	28	32	0
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulabschlussprüfung: Klausur (benotet) Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Physik B (Elektrodynamik)				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N2				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Physik A				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Nils Huse				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Erwerb von Kenntnissen über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der klassischen Physik mit Schwerpunkt Elektrostatik und Elektrodynamik unter besonderer Berücksichtigung der Eigenschaften von Strukturen im Nanometer-Bereich. 				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrostatik und Nanokondensatoren • Elektrischer Transport • Elektrische Messtechnik • Maxwell'sche Gleichungen • Elektromagnetische Wellen/Licht • Beugung, Optik/Lithographie • Elektronenmikroskopie/-lithographie 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Physik B für Studierende der Physik und Chemie von Nanomaterialien (V) • Übungen zu Physik B (Ü) 				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Physik B für Studierende der Physik und Chemie von Nanomaterialien (V) • Übungen zu Physik B (Ü) 	LP 6 2 Gesamtaufwand	P (Std) 56 28 84	S (Std) 62 32 94	PV (Std) 62 62 62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulabschlussprüfung: Klausur (benotet) 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 den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Quantenphysik/-chemie				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N-QPC				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Physik A und Physik B für Physik und Chemie von Nanomaterialien, Physikalische Chemie III				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Nils Huse, Prof. Dr. Gabriel Bester				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Physik und Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				

Qualifikationsziele:	Einführung in die Konzepte der Quantentheorie und statistischen Physik. Anwendungen der erlernten Regeln und Gesetzmäßigkeiten auf Probleme und Experimente der Atom-, Molekül- und Festkörperphysik.				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Historische Experimente zum Welle-Teilchen-Dualismus und den Grenzen der klassischen Physik • Theoretische Methoden der Quantenmechanik/chemie, z.B. Schrödinger-Gleichung, Eigenwerte, Wellenfunktionen, Operatoren, Hilbertraum und Bracketnotation • Modellsysteme, z.B. Potentialkasten (endlich, Kugel), Tunnelbarrieren, harmonischer Oszillator in 2D und 2. Quantisierung, starrer Rotator, Wasserstoffatom, Streuprozesse • Störungsrechnung und Fermis goldene Regel • Spin- und Bahn-Drehimpuls und Spin-Bahn-Koppelung • Statistische Physik (Boltzmann-, Bose-Einstein, Fermi-Dirac-Verteilung) • Anwendungen der Statistischen Physik in der Festkörperphysik, z.B. Elektronen in periodischen Potentialen, Bandstrukturen und Phononen. • Einführung Mehrteilchensysteme und Molekülphysik, z.B. Helium, Moleküle und Born-Oppenheimer Näherung • Hartree-Fock-Methode und Slater-Determinante 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Quantenphysik/ -chemie (V) • Übungen zu Quantenphysik/ -chemie (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Quantenphysik/ -chemie (V) • Übungen zu Quantenphysik/ -chemie (Ü) 	LP 6 2	P (Std) 56 28	S (Std) 62 32	PV (Std) 62 62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulabschlussprüfung: Klausur (benotet) 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 den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Numerische Methoden in Physik und Chemie
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N-NM
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Rübhausen, Prof. Dr. Gabriel Bester
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus der MIN-Fakultät
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.
Qualifikationsziele:	Studierende haben ein Verständnis der mathematisch numerischen Lösung von Problemstellungen aus der Quantenphysik und der Quantenchemie. Sie kennen die Grundlagen der Statistik, Numerik und der Programmierung. Sie verfügen über Erfahrungen in projektorientiertem Arbeiten im Rahmen eines Computer-gestützten Projektes.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Statistik – Revision der Grundlagen

	<ul style="list-style-type: none"> Numerik: Integrieren, Differenzieren, FFT, Lösen eines linearen Gleichungssystems. DGL's: Runge Kutta Startwertprobleme Adaptive numerische Schrittweiten Shoot and Aim Relaxation Diagonalisierung von Matrizen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> Numerische Methoden (V) Übungen und Projekt zu Numerische Methoden (Ü) 				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> Numerische Methoden (V) Übungen und Projekt (Ü) 	2 3	28 28	32 42	20
	Gesamtaufwand	5	56	74	20
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulabschlussprüfung: Projektabschluss und Referat (benotet). Näheres wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Grundlegende Eigenschaften von Festkörpern und ihren Nanostrukturen (Nanostrukturphysik A)				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N3				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Physik A und Physik B				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Rübhausen				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> Erwerb von Kenntnissen über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der Festkörperphysik und Nanostrukturphysik von Halbleiter-Nanostrukturen. 				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> Kristallstrukturen (Moleküle, Cluster, Nanopartikel und Festkörper) Kristallgitterdynamik Röntgen- und Elektronenbeugung Thermische Eigenschaften von Isolatoren Kristallelektronen im Drude- und Sommerfeld-Modell Zustandsdichten in Elektronensystemen verschiedener Dimensionen Elektronen im Gitterpotential Halbleiter-Nanostrukturen und Halbleiter-Nanostruktur-Bauelemente 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> Nanostrukturphysik A (V) Übungen zu Nanostrukturphysik A (Ü) Projekt (Pr) 				4 SWS 2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> Nanostrukturphysik A (V) Übungen zu Nanostrukturphysik A (Ü) Projekt (Pr) 	6 2	56 28	62 32	62

		1	14	16	
	Gesamtaufwand	9	98	110	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulabschlussprüfung: Klausur (benotet) 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 den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Phasenübergänge und funktionale Eigenschaften von Festkörpern und ihren Nanostrukturen (Nanostrukturphysik B)				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N4				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Nanostrukturphysik A				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Rübhausen				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Erwerb von Kenntnissen über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der Festkörperphysik und Nanostrukturphysik an metallischen und dielektrischen Nanostrukturen. 				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Dielektrische Theorie • Bragg-Spiegel • Photonische Kristalle • Metamaterialien • Plasmonik von metallischen Nanostrukturen • Supraleiter • Magnetismus in Systemen mit reduzierter Dimension • Transportphänomene in Nanostrukturen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Nanostrukturphysik B (V) • Übungen zu Nanostrukturphysik B (Ü) 				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Nanostrukturphysik B (V) • Übungen zu Nanostrukturphysik B (Ü) 	LP 6 2	P (Std) 56 28	S (Std) 62 32	PV (Std) 62 62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulabschlussprüfung: Klausur (benotet) Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Physikalisches Praktikum
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N-AP

Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: Erfolgreiche Teilnahme an PHY-N1, PHY-N2				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Henning Moritz, Prof. Dr. Wolfgang Parak				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erfassen, zu formalisieren und darzustellen. Sie <ul style="list-style-type: none"> • haben Kenntnisse der experimentellen Methoden und Instrumente der Physik. • besitzen die Fähigkeit zur praktischen Anwendung und Überprüfung der im Modul Physik I erlernten Gesetze in einfachen Versuchsaufbauten, die teilweise selbst zu erstellen sind. • wissen, mit Messergebnissen kritisch umzugehen und Fehler und deren Ursachen abzuschätzen. • haben die Fähigkeit zur Anfertigung von Messprotokollen, zur mündlichen und schriftlichen Darstellung von Versuchsdurchführung, Messergebnissen und zu deren Interpretation. • Besitzen die Fähigkeit zur Durchführung von Projekten im Team. 				
Inhalt:	Grundlegende Versuche aus den Bereichen Mechanik und Wärmelehre, Elektrizität und Magnetismus, Wellen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Praktikum I (P)				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Praktikum I (P)	LP 4	P (Std) 40	S (Std) 40	PV (Std) 40
	Gesamtaufwand	4	40	40	40
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulprüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet) Der Nachweis über die erfolgreiche Durchführung der Versuche und die Anfertigung der dazugehörigen Versuchsprotokolle erfolgt in der Regel über Testate. Voraussetzungen: keine Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	jährlich im Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Praktikum Nanostrukturphysik				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-NP				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Erfolgreiche Teilnahme an PHY-N1, PHY-N2, PHY-N-AP				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Robert Blick				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	Studierende				

	<ul style="list-style-type: none"> • kennen die Technologie eines Nanostruktur-Laboratoriums. • haben Kenntnis von der praktischen Nutzung wesentlicher Techniken zur Nanostrukturierung und entsprechender Analytik. • wissen, wie man Messdaten interpretiert und präsentiert. • haben die Befähigung zur Lösung praktischer Problemstellungen der Nanostrukturphysik. 				
Inhalt:	<p>Grundlagenpraktikum aus mindestens 8 Versuchen mit definiertem Zeitaufwand: 2 Arbeitstagen bzw. 16 Stunden je Versuch.</p> <p>a) Röntgendiffraktometrie an Nanopartikeln b) Ellipsometrie an ALD-Schichten c) Rastertunnelmikroskopie an Halbleiter-Nanostrukturen d) Ortsaufgelöste Raman-Messungen an Halbleiter-Nanostrukturen e) Photonische Kristalle mittels 3D-Laser-Lithographie f) Mikrofluidisches Bauelement mittels 3D-Laser-Lithographie g) Messungen des Magneto-Widerstands an magnetischen Nanodrähten h) Magnetometrie an periodischen magnetischen Nanostrukturen</p> <p>Im Begleitseminar werden die theoretischen Grundlagen vertieft.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum Nanostrukturphysik (P) • Begleitseminar zum Praktikum (S) 				7 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum Nanostrukturphysik (P) • Begleitseminar zum Praktikum (S) 	7	98	112	
	Gesamtaufwand	8	112	128	
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Modulprüfung: Praktikumsabschluss (benotet) Der Nachweis über die erfolgreiche Durchführung der Versuche und die Anfertigung der dazugehörigen Versuchsprotokolle erfolgt in der Regel über Testate. Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Pflichtmodule aus der Chemie:

Modultitel:	Grundlagen der Allgemeinen Chemie
Modulnummer/-kürzel:	CHE 001 A
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul B.Sc. Physik und Chemie von Nanomaterialien: Pflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemie (LASEK, LAB, LAS-Sek): Pflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Pflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Fröba
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie

Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	Die Studierenden sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften chemischer Elemente bzw. chemischen Prozessen in sprachlicher Beschreibung und in chemischer Formulierung zu verstehen. Sie können sich die Erstellung chemischer Reaktionsgleichungen auf Basis stöchiometrischer Grundlagen und des Massenwirkungsgesetzes selbstständig erarbeiten und dabei notwendige Maßeinheiten richtig anwenden. Sie verstehen den Aufbau von Atomen und können zwischen den Eigenschaften des Atomkerns und der Elektronenhülle unterscheiden. Sie besitzen die Fähigkeit, die verschiedenen chemischen Bindungsarten auf Basis physikalischer und chemischer Grundkenntnisse zu verstehen und ein Urteilsvermögen dafür zu entwickeln, in welchen Verbindungen oder Elementen welcher Bindungstyp vorliegt. Sie besitzen die Fähigkeit, einfache zwei- und dreidimensionale Strukturen von Molekülen selbstständig entwickeln zu können und daraus resultierende Eigenschaften abzuleiten. Sie haben das Aufbauprinzip des Periodensystems der Elemente verstanden und können daraus einfache Eigenschaften von Elementen ableiten. In Verbindung mit fachlichem Wissen sind sie in der Lage, Übungsaufgaben und größere inhaltliche Fragestellungen/Zusammenhänge zu bearbeiten.				
Inhalt:	Grundlagen der allgemeinen Chemie anhand ausgewählter Beispiele und Übungen: Stofftrennung und Elementarteilchen; Kernchemie und Elektronenhülle; Aufbau des Periodensystems, Maßeinheiten und Konzentration; Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie; Bindungsarten, Lewis-Formeln, VSEPR- und MO-Modell; Oxidationszahlen und Redoxreaktionen; Das chemische Gleichgewicht und seine Beeinflussung; ideale und reale Gase; Lösungen und Löslichkeitsprodukt; Säuren, Basen, Puffer und Indikatoren; Elektrochemie und Nernstsche Gleichung				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie I (V) b) Allgemeine Chemie mit Übungen (V + Ü)			2 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Experimentalvorlesung I	3	28	42	20
	b) Allgemeine Chemie mit Übungen	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur (benotet). Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Grundlagen der Allgemeinen Chemie II
Modulnummer/-kürzel	CHE 001 L
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik und Chemie von Nanomaterialien: Pflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemie (LASek, LAB, LAS-Sek): Pflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Pflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 001 A
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Fröba
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, durch Nutzung des Periodensystems der Elemente wichtige Eigenschaften der Haupt- und Nebengruppenelemente abzuleiten. Sie besitzen die Fähigkeit auf Basis der jeweiligen elektronischen Struktur eines Elementes und des daraus resultierenden Bindungstyps, dessen physikalische und chemische Eigenschaften zu verstehen und vorherzusagen. Sie kennen einfache Verbindungen der Haupt- und Nebengruppenelemente und sind in der Lage, mögliche technische

	Prozesse, die zur Darstellung und Aufreinigung von Elementen dieser Verbindungen notwendig sind, zu identifizieren und die damit verbundenen chemischen Reaktionsgleichungen aufzustellen. Sie verstehen auftretende Unterschiede analoger Verbindungen innerhalb einer Elementgruppe. Sie besitzen die Fähigkeit, einfache Molekül- und Festkörperstrukturen selbstständig zu entwickeln und daraus resultierende Eigenschaften abzuleiten. In Verbindung mit fachlichem Wissen sind sie in der Lage, Übungsaufgaben und größere inhaltliche Fragestellungen/Zusammenhänge zu bearbeiten.				
Inhalt	Chemie der Haupt- und Nebengruppenelemente: Vorkommen, Darstellung und Aufreinigung, Gruppeneigenschaften, elektronische Strukturen, einfache Strukturtypen, Anwendungen in der Technik, Kritikalität ausgewählter Elemente				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie II (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Experimentalvorlesung II	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 40	PV (Std) 22
	Gesamtaufwand	3	28	40	22
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel:	Organische Chemie				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 081 A				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	BSc Biologie: Pflichtmodul, Empfehlung 2. Semester BSc Physik und Chemie von Nanomaterialien: Pflichtmodul, Empfehlung 2. Semester				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Stark, Dr. G. Ehrlich				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse der organischen Chemie. Sie kennen die wichtigsten Stoffklassen, deren Nomenklatur, Synthesen und Reaktionsweisen einschließlich der Reaktionsmechanismen.				
Inhalt:	Alkane, Halogenalkane, Nucleophile Substitution an aliphatischen Systemen (SN1, SN2), Alkanole, Alkene (Eliminierung, elektrophile Addition), Aromatische Verbindungen (elektrophile Substitution, Erst- und Zweitsubstitution), Alkine, Carbonylverbindungen (Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Fette, Öle, Wachse, Phospholipide), Amine, Aminosäuren, Peptide, Proteine, Kohlenhydrate, Isomerie (Strukturisomere, Stereoisomere, Konformationsisomere, chirale Verbindungen, cis-/trans- Isomerie).				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Organische Chemie (V)				3 SWS
	b) Übungen zur Organischen Chemie (Ü)				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Organische Chemie	4	42	63	15
	b) Übungen zur Organischen Chemie	2	28	20	14
	Gesamtaufwand	6	68	83	29
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine.				

	Art der Modulprüfung: Klausur (benotet; 100%), in der mindestens ausreichend Kenntnisse der Inhalte jeder der Lehrveranstaltungen nachgewiesen werden müssen.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultitel:	Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 002 N				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Volker Abetz				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Prinzipien der klassischen Thermodynamik zu verstehen und thermodynamische Vorgänge zu beschreiben. Sie können zwischen verschiedenen Prozessen differenzieren und verstehen das Prinzip von Kreisprozessen. Die Studierenden sind mit den Zustandsgleichungen idealer Gase und Mischungen vertraut. Ferner sind sie fähig, chemische und elektrochemische Gleichgewichte zu beschreiben und die grundlegenden Prinzipien der Kinetik zu verstehen, sowie zwischen verschiedenen Reaktionsordnungen zu differenzieren.				
Inhalt:	Gleichgewicht, intensive und extensive Größen, SI-Basiseinheit, Temperatur, nullter Hauptsatz der Thermodynamik, Zustandfunktionen und totale Differentiale, Wärmekapazität, Einführung in kinetische Gastheorie, isotherme, adiabatische, isochore und isobare Prozesse, Zustandsgleichung idealer Gase und Mischungen, Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Arbeit & Wärme, innere Energie und Enthalpie, Kreisprozesse, Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik und Entropie, Gibbssche Fundamentalgleichung und chemisches Potential, chemisches Gleichgewicht, elektrochemisches Gleichgewicht und Nernst-Gleichung, Aufbau einer elektrochemischen Zelle, Reaktionsordnung und Reaktionsgeschwindigkeit, Arrhenius-Gleichung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie (V)			2 SWS	
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie I (Ü)			1 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Physikalische Chemie I (V)	3	28	42	20
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie I	1	13	12	5
	Gesamtaufwand	4	41	54	25
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium				

Modultitel:	Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik
--------------------	---

Modulnummer/-kürzel:	CHE 070 N				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE002 N Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die klassische Physikalische Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Markus Gühr, PD Dr. Tobias Kipp				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	Das Ziel dieses Moduls ist die Schaffung grundlegender Kenntnisse über die allgemeinen Prinzipien der Quantenmechanik. Ihre Bedeutung und ihre Notwendigkeit werden von den Studierenden erkannt. Sie sind vertraut mit dem Prinzip des Welle-Teilchen-Dualismus. Die Studierenden sind in der Lage, zwischen Operatoren und Observablen zu differenzieren und können die Schrödinger-Gleichung auf einfache Systeme anwenden. Die Studierenden sind befähigt, das Teilchen-im-Kasten-Modell zu erklären und ihre erlangten Kenntnisse auf die quantenmechanische Beschreibung des Wasserstoffatoms anzuwenden.				
Inhalt:	Versagen der klassischen Physik, Einführung in die Quantentheorie: Photoelektrischer Effekt, Planck'sches Strahlungsgesetz, Welle-Teilchen-Dualismus. Schrödinger-Gleichung, Postulate der Quantenmechanik, Operatoren und Observablen, Heisenberg'sche Unschärferelation, exakte analytische Lösung der Schrödinger-Gleichung für einfache Systeme, Teilchen-im-Kasten-Modell, Wasserstoffatom, Elektronenspin.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik (V) b) Übungen zur Physikalischen Chemie II (Ü)			2 SWS 1 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Physikalische Chemie II (V)	3	28	42	20
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie II	1	13	12	5
	Gesamtaufwand	4	41	54	25
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer				

Modultitel:	Physikalische Chemie III: Vertiefung der klassischen Physikalischen Chemie			
Modulnummer/-kürzel:	CHE 071 N			
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 002 N			
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. T. Beck			
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie			
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.			

Qualifikationsziele:	Das Modul erweitert wichtige Grundlagen in den Bereichen der Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie. Die Studierenden sind in der Lage Mischphasen zu beschreiben und Phasengleichgewichte zu interpretieren. Sie verstehen die Aussagen der Faraday'schen Gesetze und können diese auf atomare/molekulare elektrochemische Prozesse anwenden. Die Studierenden kennen zentrale elektrochemische Methoden wie die Cyclovoltammetrie und sind befähigt, solche Messdaten zu beschreiben und zu interpretieren. Die Studierenden kennen komplexe kinetische Reaktionsmechanismen und die Energien der Übergangszustände.				
Inhalt:	Theorem der korrespondierenden Zustände, Joule-Thomson-Effekt, Mischphasen, partielle Größen und Gibbs-Duhem-Gleichung, dritter Hauptsatz der Thermodynamik, Nernst-Theorem, Phasengleichgewichte und Gibbssche Phasenregel, Dampfdruckerniedrigung/Siedepunktserhöhung, kolligative Eigenschaften und osmotischer Druck, Gefrierpunktserniedrigung, Phasendiagramme und Grenzflächengleichgewichte, Adsorption und Benetzung, Diffusion, Faraday-Gesetze, starke und schwache Elektrolyte, Debye-Hückel-Theorie, Ladungstransport und Grenzleitfähigkeit, Butler-Volmer-Gleichung, elektrochemische Doppelschicht und Elektrodenkinetik, diffusionskontrollierter Grenzstrom, Cyclovoltammetrie, Korrosion, Grundlagen der elektrochemischen Energiespeicherung und Energiewandlung, Kinetik komplexer Reaktionen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Physikalische Chemie III: Vertiefung der klassischen Physikalischen Chemie (V) b) Übungen zur Physikalischen Chemie III (Ü)			2 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Physikalische Chemie III	3	28	42	20
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie III	1	13	12	5
	Gesamtaufwand	4	41	54	25
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer Molekülphysik und Quantenchemie, Haken/Wolf, Springer				

Modultitel:	Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie
Modulnummer/-kürzel:	CHE 072 N
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 002 N, CHE 070 N, CHE 071 N
Modulverantwortliche(r)	PD Dr. Tobias Kipp
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.
Qualifikationsziele:	Die Studierenden können Mehrelektronensysteme beschreiben und verstehen ihr Aufbauprinzip. Sie sind in der Lage, quantenmechanische Modelle zur Beschreibung von Molekülrotation- und Molekülschwingung wiederzugeben. Die Studierenden können diese Modelle auf das Auftreten spektroskopischer Übergänge anwenden und zwischen verschiedenen Übergängen differenzieren.

Inhalt:	Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip, Hund'sche Regeln, Aufbauprinzip, Moleküle und chemische Bindungen, quantenmechanische Oszillator- und Rotator-Modelle, Spektroskopie der Elektronen-, Rotations- und Schwingungsübergänge.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie (V) b) Übungen zur Physikalischen Chemie IV (Ü)				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Physikalische Chemie IV	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 42	PV (Std) 20
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie IV	1	13	12	5
	Gesamtaufwand	4	41	54	25
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur					

Modultitel:	Organische Chemie von Nanomaterialien
Modulnummer/-kürzel:	CHE 031
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Empfohlen: CHE 081 A Grundkenntnisse der (insb. organischen) Chemie in Theorie und Praxis: Nomenklatur, funktionelle Gruppen und Reaktionstypen.
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Franziska Lissel
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.
Qualifikationsziele:	Nach erfolgreichem Bestehen - können die Studierenden den Zusammenhang zwischen molekularer Struktur und Materialeigenschaften von organischen Nanomaterialien erklären; - sind die Studierenden mit dem Aufbau von organischen elektronischen Bauteilen („Devices“, z. B. Transistoren) und der Synthese wichtiger Stoffklassen der organischen Elektronik vertraut; - haben die Studierenden ein Verständnis des Designs funktionaler organischer Nanomaterialien und der Herstellung von Systemen mit maßgeschneiderten Eigenschaften - können die Studierenden ausgewählte Aspekte selbstständig vorbereiten und allgemein verständlich aufbereiten bzw. präsentieren. - können die Studierenden sich aktuelle Fachliteratur selbstständig erschließen.
Inhalt:	In diesem Modul sollen die Studierenden mit den im Bereich der organischen Elektronik verwendeten Bauteile (z.B. organische Feldeffekttransistoren OFETs) und deren Materialien (z.B. polymere Halbleiter, Dopanden) vertraut gemacht werden. Ausgewählte Materialklassen werden vorgestellt und ihre Synthese, Eigenschaften und Anwendungen diskutiert. Die Veranstaltung gewährt einen Einblick in das Design funktionaler organischer und polymerer Materialien für elektronische Anwendung, in die Herstellung von Systemen mit maßgeschneiderten Eigenschaften (z.B. dehnbare Halbleiter) und deren Verarbeitung zu funktionierenden Bauteilklassen. Besonderer Fokus liegt der Zusammenhang zwischen der molekularen Struktur von Verbindungen und ihren Eigenschaften auf molekularer Ebene sowie als Funktionsmaterial im System der Anwendung.

Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Organisch-chemische Nanomaterialien (V) b) Übungen zu Organisch-chemischen Nanomaterialien (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Organisch-chem. Nanomaterialien (V)	LP 4,5	P (Std) 42	S (Std) 63	PV (Std) 15
	b) Übungen zu Organisch-chemischen Nanomaterialien (Ü)	1,5	13	10	7
	Gesamtaufwand	6	55	73	22
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: 1) Eigenständige Vorbereitung und Präsentation eines Seminarvortrags zu einer ausgewählten Fragestellung (25 %, benotet) 2) Klausur (75 %, benotet)				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel:	Praktikum Grundlagen der Chemie
Modulnummer/-kürzel:	CHE 033
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: Vollständige Sicherheitsunterweisung für das Laborpraktikum Empfohlen: CHE 001 A, CHE 001 L; CHE 002 N
Modulverantwortliche(r)	Dr. Hauke Heller
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.
Qualifikationsziele:	Die Studierenden können Sicherheitsregeln für die Arbeit in chemischen Laboratorien wiedergeben und wenden diese bei der praktischen Arbeit an. Sie planen und führen anhand von Versuchsbeschreibungen allein und in Gruppen eine Reihe von Experimenten der anorganischen und allgemeinen, organischen und physikalischen Chemie mit steigender Komplexität durch. Sie berechnen Einwaagen und erstellen Lösungen. Sie beherrschen grundlegende Techniken der Chemie wie Trennen durch Filtration oder mit dem Scheidetrichter. Sie bestimmen den Gehalt von Säurelösungen durch Titration und den Gehalt von Komplexsalzlösungen durch Photometrie. Die Studierenden sind in der Lage einfache organische Synthesen in der Rückflussapparatur und eine Destillation durchzuführen. Sie unterscheiden verschiedene Analyseverfahren für anorganische und organische Lösungen und Feststoffe und wählen geeignete Verfahren für die Analyse einer Probe aus. Sie dokumentieren ihre Versuche im Laborjournal und verfassen Protokolle zu den Versuchen. In diesen stellen sie den theoretischen Hintergrund der Experimente dar, interpretieren die experimentellen Ergebnisse mit Bezug auf die Theorie und diskutieren auftretende Fehler und ihre Vermeidung.
Inhalt:	Einführung in das praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium und der notwendigen Sicherheitsregeln: Lösen und Fällungen von Feststoffen, Erhitzen von Flüssigkeiten, Filtration, Zentrifugation, Titration, chemisches Rechnen, Photometrie, einfache organische Synthese und Analyse, Destillation, Planung und Dokumentation der Versuche im Laborjournal und im Protokoll Konzepte der allgemeinen und anorganischen, organischen und physikalischen Chemie: <ul style="list-style-type: none"> - Polarität und Löslichkeit - Lösung, Fällung und Komplexbildung - Oxidation und Reduktion

	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrochemie im Gleichgewicht - Leitfähigkeit - Säure- und Base - Einfache organische Reaktionen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Praktikum in Chemie (P) b) Begleitseminar zum Praktikum (S)				5,5 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Praktikum in Chemie	5	100	40	10
	b) Begleitseminar zum Praktikum	1	13	5	7
	Gesamtaufwand	6	113	45	17
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an dem Seminar zum Praktikum Art der Prüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel:	Nanochemie I				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 034				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Nadja Bigall				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	Erwerb von Kenntnissen und Kompetenzen aus dem Gebiet der Nanochemie und zugehöriger Methoden sowie ihre Anwendung in der Forschung und Technologie.				
Inhalt:	Grundlagen der Präparation, Eigenschaften und Charakterisierung nanostrukturierter Materialien.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Nanochemie I (V) b) Übungen zur Nanochemie I (Ü)				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Nanochemie I (V)	3	28	50	12
	b) Übungen zur Nanochemie I	1	13	10	6
	Gesamtaufwand	4	41	60	18
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel:	Praktikum Nanochemie				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 035				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				

Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: Vollständige Sicherheitsunterweisung für das Laborpraktikum Empfohlen: CHE 001 A, CHE 001 L, CHE 002 N, CHE 070 N, CHE 071 N, CHE 072 N, CHE 033				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Hauke Heller				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele	<p>Die Ziele des Praktikums sind der Erwerb von Kenntnissen moderner Techniken und Verfahren der Physikalischen Chemie, insbesondere der Nanochemie, und der Gewinn von ersten Einblicken in aktuelle Forschungskonzepte.</p> <p>Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Synthese von Nanopartikeln. Sie unterscheiden diese Verfahren in Bezug auf ihre Eignung zur Herstellung von Nanopartikeln aus verschiedenen Materialien und für verschiedenen Anwendungen. Sie können Nanopartikelsynthesen durchführen. Nach kurzer Einführung können die Studierenden komplexe Messgeräte selbst verwenden und ihre grundlegenden Funktionen erklären. Sie erstellen Protokolle unter der Verwendung chemiespezifischer Software zur Auswertung der Messdaten, die in der Form der Darstellung wissenschaftlicher Projekte entsprechen. Sie sind in der Lage Literaturrecherchen durchzuführen, die erlernten theoretischen Konzepte mit experimentellen Ergebnissen zu vergleichen und so Erklärungen für Beobachtungen zu finden. Die Studierenden können für eine wissenschaftliche Fragestellung eine passende Messmethode auswählen. Sie konzipieren und halten einen wissenschaftlichen Vortrag, den Sie in einer Diskussion verteidigen. Die Studierenden planen und koordinieren ihre Arbeit in einem Team.</p>				
Inhalt	<p>Konzepte der modernen Physikalischen Chemie aus den Bereichen der Spektroskopie (UV, Vis, IR, Raman), Elektrochemie, Lichtstreuung, Magnetochemie, Mikroskopie, Elektronenmikroskopie, konfokalen Lasermikroskopie, Röntgenmethoden, theoretischen Chemie, (Bio-)Polymerchemie und insbesondere der Nanochemie mit der Synthese und Charakterisierung von kolloidalen und nanostrukturierten Materialien und ihren Überstrukturen aus Metallen und/oder Halbleitern.</p> <p>Das Praktikum in Nanochemie beinhaltet die Einführung in Konzepte der fortgeschrittenen physikalischen Chemie und Nanochemie. Die Ausführung von Versuchen und Projekten in der klassischen physikalischen Chemie sowie in aktuellen Forschungsbereichen der physikalischen Chemie geben den Studierenden einen Einblick in die Breite des Themenfeldes. Hierfür werden anspruchsvolle Präparate erstellt und mit einer Auswahl spezieller Methoden untersucht.</p> <p>In einem begleitenden Seminar stellen die Studierenden die theoretischen Grundlagen dieser Konzepte in einem Vortrag vor.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Praktikum in Nanochemie (P) b) Begleitseminar zum Praktikum Nanochemie (S)			4,5 SWS 1,5 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Praktikum in Nanochemie	4,5	28	81	26
	b) Begleitseminar zum Pr. Nanochemie	1,5	22	20	3
	Gesamtaufwand	6	50	101	29
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle) und Seminarabschluss (Teilnahme am Seminar und Testat des Seminarvortrags).</p> <p>Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet)</p> <p>Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel:	Anorganische Chemie II
Modulnummer/-kürzel:	CHE 010

Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Fröba				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben die Kenntnisse auf dem Gebiet der Stoffchemie von Metallen und Nichtmetallen vertieft und die Grundlagen der Festkörper- und Materialchemie verstanden und sind somit in der Lage auf diesem Gebiet geeignete Syntheseverfahren zu skizzieren. Sie haben Konzepte für Bindungstypen in Festkörpern verstanden und können Festkörperstrukturen ableiten und analysieren. Sie können zwischen verschiedenen analytischen Verfahren der Festkörperchemie differenzieren und die Messergebnisse kritisch hinterfragen.				
Inhalt:	Syntheseverfahren von Festkörpern, nanostrukturierten und porösen Materialien, Festkörperstrukturen, Bindungstypen in Festkörpern, Vertiefung der Stoffchemie für Metall- und Nichtmetallverbindungen, Anwendungen von Festkörpern in der Technik. Instrumentelle Festkörperanalytik: Röntgenbeugung, Elektronenmikroskopie, Thermoanalyse, Gassorption, Schwingungsspektroskopie				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Anorganische Chemie II (V) b) Übungen zur Anorganischen Chemie II (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Anorganische Chemie II (V)	4,5	42	74	19
	b) Übungen zur Anorganischen Chemie II	1,5	13	23	9
	Gesamtaufwand	6	55	97	28
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet)				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Weitere Pflichtmodule

Modultitel:	Abschlussmodul - Bachelorarbeit				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N-BA				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.) 				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Zum Abschlussmodul kann zugelassen werden, wer mindestens 120 Leistungspunkte erworben hat.				
Modulverantwortliche(r)	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer der Fachbereiche Physik und Chemie.				
Lehrende:	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer der Fachbereiche Physik und Chemie.				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	Die Studierenden kenne die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens und haben neben der Fachkompetenz auch Methodenkompetenz bei der Literaturrecherche, der Erarbeitung, der Dokumentation und schließlich in der Präsentation und Diskussion wissenschaftlicher Sachverhalte entwickelt.				
Inhalt:	Die Studierenden arbeiten sich in ein Forschungsthema von begrenztem Umfang ein, das nachfolgend von ihnen bearbeitet wird. Die Ergebnisse werden schriftlich und mit Hilfe von Bildern und Diagrammen anschaulich dokumentiert. Sodann werden die Ergebnisse in einem Seminarvortrag vorgestellt und in der nachfolgenden wissenschaftlichen Diskussion verteidigt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> Bachelorarbeit Kolloquium 				
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> Bachelorarbeit Kolloquium 	10 2			
	Gesamtaufwand (davon 2 LP ABK)	12		300	60
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: siehe Voraussetzungen für die Teilnahme Art der Modulteilprüfungen: schriftliche Bachelorarbeit und Kolloquium Das Kolloquium geht zu 1/6 in die Note des Abschlussmoduls ein. Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch				
Dauer	360 Stunden Arbeitsaufwand innerhalb von maximal 4 Monaten.				
Häufigkeit des Angebots	jedes Semester				

Modultitel:	Summerschool				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-N-S				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Arwen Pearson, Prof. Dr. Gabriel Bester				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Physik und Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> Gemeinsames Treffen mit Studierenden von nanowissenschaftlichen Studiengängen an anderen Hochschulen. Technologiefolgenabschätzung in Bezug auf Arbeitsschutz, Gesundheit der Nutzer, Umweltverträglichkeit und Entsorgung/Recycling. 				

	<ul style="list-style-type: none"> • Umgang mit wissenschaftlicher Fachliteratur und Datenbanksystemen. • Wissenschaftliche Präsentationsformen. • Karriereplanung. 				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Lehrinhalte aus der aktuellen Forschung an der Universität Hamburg und Partneruniversitäten. • Jährlich wechselnde Themenschwerpunkte der Sommerschule. • Fachvorträge und Diskussionen über aktuelle Fragestellungen zur Folgenabscheidung von Nanomaterialien und Nanotechnologien zum Arbeitsschutz, bei der Herstellung und gesellschaftliche Aspekte bei Nutzung und Entsorgung. • Wissenschaftliche Fachvorträge von internationalen Rednern. • Einführung in die wissenschaftliche Literaturarbeit und das Erstellen wissenschaftlicher Veröffentlichungen. • Literatur-Projekte zum Themenschwerpunkt der Studierenden in Form von Seminararbeiten und Posterpräsentationen vor Ort. • Präsentation ausgewählter Bachelorarbeiten aus dem vorangegangenen Jahrgang. 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Blockseminar 				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Blockseminar 	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 32	PV (Std) 30
	Gesamtaufwand	3	28	32	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Modulabschlussprüfung: Projektabschluss (unbenotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Wahlpflichtmodule der Physik

Modultitel:	Nanostructure Physics I				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-E414				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Nanostrukturphysik A oder Physik IV (= Festkörperphysik)				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Dorota Koziej				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Englisch				
Qualifikationsziele:	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die physikalischen Grundlagen von Halbleiter-Nanostrukturen erläutern, Herstellungsverfahren wie PVD und CVD vergleichen, Transportphänomene in niedrigdimensionalen Systemen analysieren sowie Eigenschaften und Anwendungen von 0D-, 1D- und 2D-Nanostrukturen bewerten. <i>After successful completion of the module, students are able to explain the physical foundations of semiconductor nanostructures, compare fabrication methods such as PVD and CVD, analyze transport phenomena in low-dimensional systems, and evaluate properties and applications of 0D, 1D and 2D nanostructures.</i>				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Halbleiterphysik und des Ladungsträgertransports - Halbleitergrenzflächen und klassische Halbleiterbauelemente - Herstellungsverfahren (PVD, CVD) für Filme und Heterostrukturen - Mikro- und Nanostrukturierungstechniken - Transport in niedrigdimensionalen Elektronensystemen - Halbleiter-Nanostrukturen (0D, 1D, 2D) und heterostrukturierte Bauelemente - Anwendungen halbleitender Nanostrukturen (optische und energiebezogene Bauelemente) - Graphen und andere zweidimensionale Materialien - <i>Fundamentals of semiconductors and charge carrier transport</i> - <i>Semiconductor interfaces and classical semiconductor devices</i> - <i>Fabrication methods (PVD, CVD) for films and heterostructures</i> - <i>Micro- and nanostructuring techniques</i> - <i>Transport in low-dimensional electron systems</i> - <i>Semiconductor nanostructures (0D, 1D, 2D) and heterostructured devices</i> - <i>Applications of semiconducting nanostructures (optical and energy devices)</i> - <i>Graphene and other two-dimensional materials</i> 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Nanostructure Physics I (V): Exercises in Nanostructure Physics I (Ü):			4 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Nanostructure Physics I (V):	6	56	62	62
	Exercises in Nanostructure Physics I (Ü):	2	28	32	0
	Gesamtaufwand	8	84	94	62

Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur:	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

Modultitel:	Nanostructure Physics II: Surface Science and Magnetism
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-E416
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Quantenphysik/Quantenchemie und Nanostrukturphysik A, B bzw. Physik III (= Quantenphysik & Statistische Physik) und Physik IV (= Festkörperphysik)
Modulverantwortliche(r):	PD Dr. Kirsten von Bergmann, PD Dr. Jens Wiebe
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Englisch oder Deutsch
Qualifikationsziele:	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden grundlegende Konzepte der Oberflächenphysik und des Magnetismus in reduzierten Dimensionen erläutern, experimentelle Methoden der Oberflächencharakterisierung und Niedrigtemperaturphysik anwenden und bewerten, magnetische Wechselwirkungen identifizieren sowie komplexe magnetische Zustände und deren Dynamik analysieren und in den Kontext aktueller Forschungsentwicklungen einordnen. After successful completion of the module, students are able to explain fundamental concepts of surface science and magnetism in reduced dimensions, apply and assess experimental methods for surface characterization and low-temperature physics, identify magnetic interactions, and analyze complex magnetic states and their dynamics in the context of current research.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Ultrahochvakuum- und Tieftemperaturtechnologie - Oberflächenstrukturen und Überstrukturen - Oberflächencharakterisierung mit Elektronen- und Photonentechniken - Rastersondenmethoden (spin- und zeitaufgelöst) - Magnetowiderstandseffekte - Komplexe magnetische Ordnung (Spinspiralen, Skyrmionen) - Elektronische Oberflächenstruktur (Oberflächenzustände, Rashba-Effekt) - Dimensionalitätseffekte im Bandmagnetismus - Verallgemeinerte quantenmechanische und semiklassische Heisenberg-Modelle und magnetische Wechselwirkungen - Spin-Bahn-Kopplung im Oberflächenmagnetismus - Magnetisierungsdynamik (Spinwellen, Landau-Lifshitz-Gilbert-Gleichung) - Aktuelle Themen (topologische Isolatoren, magnetische Skyrmionen, topologische Supraleiter, Majorana-Zustände) - Ultra-high-vacuum and low-temperature technology - Surface structures and superstructures - Surface characterization using electron- and photon-based methods - Scanning probe techniques (spin- and time-resolved)

	<ul style="list-style-type: none"> - Magnetoresistance effects - Complex magnetic order (including spin spirals, skyrmions) - Surface electronic structure (including surface states, Rashba effect) - Dimensionality effects in band magnetism - Generalized quantum mechanical and semiclassical Heisenberg models and magnetic interactions - Spin-orbit coupling in surface magnetism - Magnetization dynamics (spin waves, Landau-Lifshitz-Gilbert equation) - Current topics (topological insulators, magnetic skyrmions, topological superconductors, Majorana states) 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Nanostructure Physics II (V): Exercises in Nanostructure Physics II (Ü):				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Nanostructure Physics II (V):	6	56	62	62
	Exercises in Nanostructure Physics II (Ü):	2	28	32	0
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen: Erfolgreiche Erbringung von Studienleistungen (60 Prozent der Punkte in den Übungen)</p> <p>Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet)</p> <p>Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch</p> <p>Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel:	Nanostructure Physics III: Nano-Bio-Interfaces
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-E417
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Grundlagen der Physik und Chemie (B.Sc.)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Robert H. Blick
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Englisch oder Deutsch
Qualifikationsziele:	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, zentrale physikalische und biophysikalische Prozesse an Bio- und Nanogrenzflächen zu erklären und quantitativ zu beschreiben. Sie können Transport-, Wechselwirkungs- und Strukturphänomene an Grenzflächen analysieren und geeignete experimentelle Methoden zur Untersuchung bio-nanophysikalischer Systeme einordnen. Darüber hinaus sind sie befähigt, Anwendungen in Mikrofluidik, Sensorik und Biomedizin physikalisch zu bewerten.</p> <p><i>After successful completion of the module, students will be able to explain and quantitatively describe key physical and biophysical processes at bio- and nano-interfaces. They can analyze transport, interaction, and structural phenomena at interfaces and classify appropriate experimental methods for studying bio-nanophysical</i></p>

	systems. Furthermore, they are able to assess applications in microfluidics, sensing, and biomedicine from a physical perspective.				
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 - Fundamentals of forces, energy and thermodynamic potentials - Diffusion and electrostatic screening (Debye–Hückel, zeta potential) - Organic and inorganic interfaces - Biophysical interfaces and surface phenomena - Surface tension and osmosis - Cell membranes and ion transport - Electrical properties of cell membranes - Protein structure and conformation - Protein–protein and protein–surface interactions - AFM force spectroscopy - Enzyme catalysis and tunneling effects - Microfluidics applications - Implant surface technologies - Bioelectronic devices - Biosensors and in-vitro/in-vivo diagnostics 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Nanostructure Physics III (V):				4 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Nanostructure Physics III (V):	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	6	56	62	62
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen: Keine</p> <p>Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet)</p> <p>Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch</p> <p>Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Biophysics: A Physiological Approach, Patrick F. Dillon, Cambridge University Press, 2012. - Bioelectronics Handbook: MOSFETs, Biosensors, and Neurons, Massobrio, Giuseppe, McGraw-Hill Companies, 1998. MIT Open course ware http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/(3-051j) - Intermolecular and Surface Forces, 2nd ed., J.N. Israelachvili, Academic Press, London, 1992. - Biomaterials: Protein–Surface Interactions, R.A. Latour, in Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering, 2005.
-------------------	---

Modultitel:	Nanostructure Physics IV - Nanobiotechnology and Energy Materials				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-MV-E418				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics (M.Sc.): Wahlpflichtmodul (FN) Physics and Chemistry of Nanomaterials (M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> Keine <u>Empfohlen:</u> Keine				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Robert H. Blick; Prof. Dr. Arwen Ruth Pearson				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Englisch oder Deutsch				
Qualifikationsziele:	Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können Studierende die wesentlichen Forschungsergebnisse der Anwendung von Nanostrukturen und Nanomaterialien in den Bereich Medizin und Biotechnologie zusammenfassen. Auch hinsichtlich Energiespeicherung und Energieerzeugung mittels Nanomaterialien werden sie entsprechende Kenntnisse besitzen. After successfully completing the module, students will be able to summarize the main research results on the application of nanostructures and nanomaterials in the fields of medicine and biotechnology. Also, regarding energy storage and energy generation using nanomaterials they will have gained basic insights.				
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. Current research results are to be presented in regular rotation, alternating between the two thematic fields of energy materials or nanobiotechnology, with particular emphasis on the interdisciplinary aspects within the nanosciences with the thematic fields of physics, chemistry, biology, engineering sciences and medicine.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Nanostructure Physics IV (V): Exercises in Nanostructure Physics IV (Ü):				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Nanostructure Physics IV (V):	3	28	32	30
	Exercises in Nanostructure Physics IV (Ü):	1	14	16	0
	Gesamtaufwand	4	42	48	30

Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Keine Prüfungsart: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur:	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

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

	<ul style="list-style-type: none"> - Self-assembly and directed assembly strategies - Dispersion-based coating methods - 2D and 3D printing of functional materials - Fabrication of macroscopic architectures (e.g. aerogels) - Application of nanomaterial concepts to functional material design - Practical laboratory implementation of student projects 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Complex Materials (V): Project work:				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Complex Materials (V): Project work:	5 1	42 14	54 16	54 0
	Gesamtaufwand	6	56	70	54
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen: Erfolgreiches Erbringen von Studienleistungen und regelmäßige Teilnahme am Projekt. Prüfungsart: Referat (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	Ein Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:	To be announced during the course				

Modultitel:	Kern- und Teilchenphysik (Physik V)		
Modulnummer/-kürzel:	PHY-E5		
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II und PHYSIK III.		
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Johannes Haller; Prof. Dr. Peter Schleper		
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik		
Sprache:	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch. In der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.		
Qualifikationsziele:	Studierende haben Grundkenntnisse von den Methoden und Ergebnissen der experimentellen Elementarteilchen- und Kernphysik und ihre Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle.		
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Grundbegriffe • Beschreibung von Teilchenprozessen • Beschleuniger und Nachweismethoden • Kerneigenschaften, Kernkräfte und Kernstrukturmodelle • Kernreaktionen und -zerfälle • Teilchen, Kräfte und Symmetrien • Starke Wechselwirkung • Elektromagnetische Wechselwirkung • Schwache Wechselwirkung und elektroschwache Vereinheitlichung • Astroteilchenphysik • Jenseits und diesseits des Standardmodells - Ausblick 		
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Physik V (V) • Übungen zu Physik V (Ü) 		4 SWS 2 SWS

Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> Physik V (V) Übungen zu Physik V (Ü) 	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		5	56	47	37
		2	28	32	10
	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 Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Atome, Moleküle und Quantenoptik (Physik VI)				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-E6				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Physik I, Physik II und Physik III.				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Roman Schnabel; Prof. Dr. Klaus Sengstock				
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.				
Qualifikationsziele:	Die Studierenden kennen die Methoden und Ergebnisse der experimentellen Atom-, Molekül- und Laserphysik und ihre Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle. Sie kennen die Wirkungsweise optischer Resonatoren und Laserinterferometer.				
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. Molekülbindungen und Molekülorbitale VIII. Molekülspektren und Molekülspektroskopie IX. Induzierte Emission und Laserprinzip X. Optische Resonatoren, Laserresonator und Strahleigenschaften XI. Interferometrische Messungen und Signalübertragung mit Laserlicht XII. Quantisierung des kohärenten Feldes XIII. Nichtlineare Optik				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> Physik VI (V) Übungen zu Physik VI (Ü) 				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> Physik VI (V) Übungen zu Physik VI (Ü) 	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		5	56	47	37
		2	28	32	10
	Gesamtaufwand	7	84	79	47
Studien- /Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur (benotet) 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 den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Modultitel:	Theoretische Mechanik und Elektrodynamik (Theoretische Physik I)				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-T1				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Pflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Physik I, Physik II sowie Mathematik I und II				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Robin Santra				
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.				
Qualifikationsziele:	Die Studierenden kennen verallgemeinerte Prinzipien und Formulierungen der klassischen Physik und sind in der Lage, Punktteilchen und Felder im Rahmen des Lagrange-Formalismus mathematisch zu beschreiben. Sie sind fähig, Symmetrien eines physikalischen Systems zu identifizieren, und haben ein Verständnis von der Implikation der Lorentz-Invarianz für elektromagnetische Phänomene.				
Inhalt:	I. Variationsrechnung II. Hamiltonsches Prinzip III. Lagrange-Formalismus für Teilchen IV. Noether Theorem V. Hamilton-Formalismus; Poisson-Klammer VI. Kleine Schwingungen; Felder in der Mechanik VII. Lagrange-Formalismus für Felder; Anwendung auf das Maxwell-Feld VIII. Tensoren IX. Kovarianz im Lagrange-Formalismus X. Kovariante Formulierung der Elektrodynamik				
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)	<ul style="list-style-type: none"> Theoretische Physik I (V) Übungen zu Theoretischer Physik I (Ü) 	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		6	56	62	42
		3	28	62	20
	Gesamtaufwand	9	84	124	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur (benotet) Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Quantenmechanik I (Theoretische Physik II)				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-T2				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Pflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul				

Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Theoretische Physik I sowie Mathematik I, II und III				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Sven Olaf Moch				
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.				
Qualifikationsziele:	Die Studierenden kennen durch die systematische Behandlung die nichtrelativistische Quantenmechanik. Sie verstehen die grundsätzliche Erweiterung physikalischer Begriffsbildung gegenüber klassischer Physik und sind in der Lage, quantenmechanische Systeme mathematisch zu beschreiben.				
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:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Statistik und Thermodynamik (Theoretische Physik III)				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-T3				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Pflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlen:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Theoretische Physik I, Theoretische Physik II sowie Mathematik I bis IV				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Gleb Arutyunov; Prof. Dr. Michael Thorwart				
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.				
Qualifikationsziele:	Die Studierenden kennen durch eine systematische Behandlung die statistische und phänomenologische Thermodynamik und deren Quantenstatistik. Sie haben das				

	Verständnis für das Konzept des statistischen Ensembles und für den Zusammenhang zwischen klassischer Thermodynamik und statistischer Physik. Sie sind fähig makroskopischer Phänomene auf der Grundlage mikroskopischer Eigenschaften mathematisch zu beschreiben.				
Inhalt:	I. Zustands- und Prozessgrößen II. Entropie III. Hauptsätze und Kreisprozesse IV. Thermodynamische Potentiale und Zustandsgleichungen V. Phasengleichgewichte VI. Reine und gemischte Zustände, Ensemble VII. Dichteoperator, Liouville-Gleichung VIII. Gleichgewichtsverteilungen IX. Gleichverteilungssatz und Virialsatz X. Ideale Fermi- und Bosegase, Spinsysteme XI. Fluktuationen, Ausgleichsvorgänge, Onsager-Relationen				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> Theoretische Physik III (V) Übungen zu Theoretischer Physik III (Ü) 			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> Theoretische Physik III (V) Übungen zu Theoretischer Physik III (Ü) 	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Gesamtaufwand	9	84	124	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur (benotet) Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Proseminare
Modulnummer/-kürzel:	PHY-PS
Semester	Sommersemester, Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.): Wahlpflichtmodul In anderen Studiengängen: es eignet sich als physikalisches Ergänzungs- oder Wahlfach.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindliche</u> Voraussetzungen: nach Vorgabe des durchführenden Hochschullehrers / der durchführenden Hochschullehrerin. <u>Empfohlene</u> Voraussetzungen: nach Vorgabe des durchführenden Hochschullehrers / der durchführenden Hochschullehrerin.
Modulverantwortliche(r)	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik.
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch. Fachliteratur zum Proseminar überwiegend in Englisch.
Qualifikationsziele:	Die Studierenden erlernen <ul style="list-style-type: none"> das selbständige Erarbeiten eines wissenschaftlichen Textes mit physikalischem Inhalt. die systematische Suche nach relevanter Literatur. die strukturierte mündliche und ggf. schriftliche Präsentation auch anspruchsvoller physikalischer Sachverhalte. Ferner <ul style="list-style-type: none"> vertiefen sie ihre Kenntnisse von Vortragstechniken und lernen, unterschiedliche Medien einander ergänzend einzusetzen.

	<ul style="list-style-type: none"> • stärken sie ihre mündliche und schriftliche Kommunikationsfähigkeit im Rahmen einer fachlichen Diskussion und einer schriftlichen Ausarbeitung. • Schulung der Kritikfähigkeit. 				
Inhalt:	Proseminare werden zu unterschiedlichen Themengebieten der Physik angeboten. Sie geben in der Regel erste Einblicke in die Thematik der Forschungsschwerpunkte des Departments Physik. Ein physikalisches Thema ist von den Studierenden zu erarbeiten und den Teilnehmern des Proseminars in einem Vortrag vor- zustellen. Die Studierenden werden bei der Erarbeitung des Themas, der Vortragsvorbereitung und dem Verfassen der Ausarbeitung intensiv betreut. Die Teilnehmer beteiligen sich aktiv an einer fachlichen Diskussion. Von der Physik angebotene Seminare werden als Proseminare anerkannt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> • Proseminar (S) 	2 SWS			
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> • Proseminar 1 (S) 	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 32	PV (Std) 30
	Gesamtaufwand	3	28	32	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die aktive Teilnahme an der fachlichen Diskussion voraus. Die Modulprüfung erfolgt in der Regel in deutscher Sprache. Sie besteht in der Regel aus einem Referat und einer schriftlichen Ausarbeitung des vorgegebenen Themas. Die genauen Kriterien zur Zulassung zur Modulprüfung sowie ggf. Abweichungen von der Regel werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Wahlpflichtmodule der Chemie

Modultitel	Grundpraktikum in Organischer Chemie
Modulnummer/-kürzel	CHE 014 BC
Verwendbarkeit	BSc Biochemie und Molekularbiologie: Pflichtmodul BSc Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul CHE 081 A
Modulverantwortliche(r)	Dr. G. Ehrlich
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Apparaturen und Versuchsanordnungen aufzubauen und organisch-präparative Arbeiten strukturiert durchzuführen. Dabei wenden sie die aktuell gültigen Sicherheits- und Entsorgungsrichtlinien fallspezifisch an. Sie wenden grundlegende analytische Methoden zielgerichtet an und dokumentieren ihre Versuchsdurchführungen und Ergebnisse nach den gültigen wissenschaftlichen Standards. Die Studierenden wenden dabei ihr Wissen aus dem Stoffgebiet der OC auf die praktische Versuchsdurchführung an und vertiefen dadurch ihre theoretischen Kenntnisse.</p> <p>Die Studierenden können die erworbenen Schlüsselqualifikationen (Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung und Zeitmanagement, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Beherrschung der Literaturrecherche)</p>

	zielgerichtet anwenden und sich dadurch weiteres fachliches Wissen selbstständig aneignen.				
Inhalt	Organisch chemische Reaktionen wie Additionsreaktionen, Substitutionsreaktionen, Eliminierungsreaktionen, Redox-Reaktionen sowie Reaktionen von Carbonylverbindungen. Verfahren zur Trennung, Reinigung und Trocknung wie Destillation, Kristallisation, Umkristallisation, Extraktion, Dünnschicht- und Säulenchromatographie. Analytische Methoden wie IR- und NMR-Spektroskopie.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einf. in die organisch-chemische Labortechnik (V) b) Grundpraktikum in Organischer Chemie (P)				0,5 SWS 5,5 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Einf. in die organ.-chem. Labortechnik	0,5	15		
	b) Grundpraktikum in Organischer Chemie	5,5	120	45	
	Gesamtaufwand	6	135	45	
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (präparative Arbeiten, Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle). (unbenotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Organikum Organische Chemie, z.B. Vollhardt, Bruice				

Modultitel	Anorganische Chemie III				
Modulnummer/-kürzel	CHE 016				
Verwendbarkeit	BSc Chemie: Pflichtmodul BSc Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Modulverantwortlich(r)	Prof. Dr. J. Heck				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele:	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) b) Übungen zur Anorganischer Chemie III (Ü)				3 SWS 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 (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				

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	Rechtskunde und Toxikologie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 018				
Verwendbarkeit	BSc Chemie: Pflichtmodul, Empfehlung 5. Semester Bachelor-Teilstudiengang Chemie (LAPS, LAB und LAS): Wahlpflichtmodul BA-Studiengänge mit Nebenfach Chemie: Wahlpflichtmodul Master-Teilstudiengang Chemie (LAGym, LAPS, LAB, LAS): Wahlpflichtmodul Master-Teilstudiengang Chemotechnik (LAB): Wahlpflichtmodul BSc Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Modulverantwortliche(r)	Dr. F. Meyberg				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele:	Erwerb des Sachkundenachweises gemäß § 5 ChemVerbotsV, Erwerb von Rechtsgrundlagen, die für die Praxis im Studium und Beruf unumgänglich sind sowie von Grundkenntnissen aus dem Bereich der Toxikologie.				
Inhalt	Allgemeine Rechtskunde, Gefahrstoffrecht, Pflanzenschutz-/Biozidrecht, allgemeine und spezielle Toxikologie einschließlich Verständnis von Wirkungsmechanismen toxischer Substanzen Rechtskunde: <ul style="list-style-type: none"> • Basis aus dem Allgemeinen Recht • Rechtshierarchie • Aktuelles europäisches und deutsches Chemikalien- und Gefahrstoffrecht • Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen • Toxikologische Begriffe und Vorschriften im Gefahrstoffrecht • Rechtsregeln und Hilfsmittel zur Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen, Gefährdungsbeurteilung und Gefahrenabwehr. • Aktuelle Beispiele der Eigenschaften und Wirkungen einiger gefährlicher, bedeutender Einzelstoffe und Stoffgruppen Toxikologie: <ul style="list-style-type: none"> • Toxikokinetik • Metabolismus • Kanzerogenese • Schädigungsmechanismen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Rechtskunde für Chemiker (V) b) Toxikologie für Chemiker (V)				1 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Rechtskunde für Chemiker	1,5	14	21	10
	b) Toxikologie für Chemiker	1,5	14	21	10
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur (benotet)				

Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultitel	Einführung in die Biochemie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 008				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Molecular Life Sciences: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul B.Sc. Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul M.Sc. Kosmetikwissenschaft: Angleichungsmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemie (LASek, LAB, LAS-Sek): Wahlpflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Wahlpflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortlich(r)	Prof. Dr. Z. Ignatova				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden besitzen eine grundlegende Fachkompetenz im Fach Biochemie. Sie können zelluläre Strukturen beschreiben. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse über die Struktur und Eigenschaften der Basismakromoleküle der Zelle wie Proteine, Nukleinsäuren, Fette und Zucker. Die Studierenden haben ein Verständnis über die zellulären Funktionen der Biomoleküle und können grundlegende Methoden zu deren Charakterisierung beschreiben. Sie verstehen die grundlegenden Prinzipien der Proteinfunktion, d.h. der strukturellen und katalytischen Funktion sowie der Nukleinsäurefunktion als Hauptelemente des Prozesses der Übertragung der genetischen Information. Die Studierenden sind in der Lage, aufbauend auf den grundlegenden beispielhaften biochemischen Prozessen, diese in komplexere und verzweigte biochemische Wege selbstständig zu differenzieren und die Regulationspunkte dieser zu erkennen.</p> <p>Die Studierenden verstehen die biophysikalischen Eigenschaften der Proteine und Nukleinsäuren und somit die grundlegenden Aspekte unterschiedlicher biochemischer Methoden zu ihrer Charakterisierung und können dieses Wissen bei der Identifizierung und Charakterisierung zellulärer Makromoleküle praktisch umsetzen und anwenden.</p>				
Inhalt	Aminosäuren, Peptide und Proteine, Proteinstruktur, katalytische und Strukturfunktionen, Enzyme; Lebenszyklus der Proteine in der Zelle. Kohlenhydrate und Lipide; Membranenaufbau; Funktion der Zellmembran. Aufbau, Struktur und Funktion von Nukleinsäuren, Übertragung der genetischen Information, DNA-Replikation, Transkription, RNA-Reifung, Genetischer Code, Translation. Vielfältigkeit der Lebensformen – Beispiele unterschiedlicher Zellen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Biochemie (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Einführung in die Biochemie	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 (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				

Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Allgemeine Lehrbücher der Biochemie (nur die aktuellsten und neuesten Auflagen) wie z.B.: Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczko, Spektrum Verlag Lehrbuch der Biochemie, Voet, Voet, Pratt, Wiley-VCH

Modultitel	Biochemie - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 021 A				
Verwendbarkeit	BSc Computing in Science, Schwerpunktfach Biochemie: Pflichtmodul, Empfehlung 4. Semester BSc Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul MSc Chemie: Wahlpflichtmodul BSc Chemie: Wahlmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Modul CHE 008				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Kolbe, Prof. Dr. Wolfram Brune, Dr. Patrick Ziegelmeüller				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele:	Die Studierenden beherrschen allgemeine Bausteine der Biochemie wie Proteine und Nukleinsäuren in Struktur und Funktion sowie zelluläre Strukturen.				
Inhalt	In der Vorlesung Biochemie werden Aufbau, Struktur und katalytische Mechanismen von Proteinen dargestellt. Ausgewählte Proteine (Hämoglobin, Membranpumpen und Kanäle) werden bezüglich ihrer Struktur und Funktion detailliert behandelt. Die zelluläre Koordination wird an Beispielen wie Proteintargeting und -Abbau, Glykosylierung, Signaltransduktion und die molekulare Physiologie an Beispielen wie Muskelaufbau, Immunsystem und Sensorische Systeme (Gehör, Geruch, Geschmack) dargestellt. Außerdem werden Aufbau und Struktur von Nukleinsäuren, Replikation, Transkription und Translation, Rekombinante DNA-Technologien und Regulation der Genexpression behandelt. In der Vorlesung Biochemische Analytik werden moderne Methoden zur Proteinreinigung und Analytik, rekombinante DNA-Technologien und Expressionsysteme vorgestellt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biochemie/Molekularbiologie (V) b) Biochemische Analytik (S)			2 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Biochemie/Molekularbiologie	3	28	42	20
	b) Biochemische Analytik	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, 4. Auflage 2008, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczko, 6. Auflage 2007, Spektrum Akademischer Verlag Lehrbuch der Biochemie, 1. Auflage 2002, D. J. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt, Wiley-VCH				

	Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, 2. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag
--	---

Modultitel	Biochemie - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 021 B				
Verwendbarkeit	BSc Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul MSc Chemie: Wahlpflichtmodul BSc Chemie: Wahlmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	CHE 021 A Biochemie Vorlesungsmodul				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Patrick Ziegel Müller				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele:	Die Studierenden lernen die modernen Methoden der Proteinanalytik und der Molekularbiologie kennen und erlangen die Befähigung zur Lösung praktischer Problemstellungen der Biochemie und Molekularbiologie.				
Inhalt	Es 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	a) Biochemisches Praktikum (P) Das Praktikum wird während der Vorlesungszeit oder als Block in der vorlesungsfreien Zeit angeboten. Es kann im Sommer- oder Wintersemester durchgeführt werden. Es findet an 18 Tagen zu je 6 Stunden statt.				5 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Biochemisches Praktikum	6	108	34	38
	Gesamtaufwand	6	108	34	38
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss (Testate auf vier Protokolle und zwei mündliche Zwischenprüfungen). Art der Modulprüfung: Kolloquium (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommer- und Wintersemester				
Literatur	Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, 4. Auflage 2008, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L. Stryer, J. L. Tymoczko, 6. Auflage 2007, Spektrum Akademischer Verlag Lehrbuch der Biochemie, 1. Auflage 2002, D. J. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt, Wiley-VCH Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, 2. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag				

Modultitel	Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie
Modulnummer/-kürzel	Modul CHE 007
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul M.Sc. Kosmetikwissenschaft: Wahlpflichtmodul

Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Modul CHE 001 A				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. G. A. Luinstra, Dr. W. Pauer				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die besprochenen Grundlagen der Technischen und Makromolekularen Chemie darzustellen. Weiterhin können Strukturen und Synthesen der Makromolekularen Chemie, Grundoperationen und Trennverfahren klassifiziert werden und auf unbekannte Sachverhalte angewendet werden. Einfache unbekannte Fragestellungen können analysiert und beurteilt werden sowie selbständig Lösungen dazu erarbeitet werden.				
Inhalte	<p>Definitionen, Begrifflichkeiten & Nomenklatur im Bereich makromolekularen Stoffe; Verwendung von Polymeren in der Gesellschaft; Einteilung von Polymeren in Klassen; Theoretische Beschreibung des polymeren Knäuels, Standardanalytik von Polymeren in Lösung, Molmasse und -verteilung.</p> <p>Synthese von Polymeren (Stufenwachstum und Kettenwachstum; in Lösung und in Dispersion; Katalyse), Struktur und Eigenschaften makromolekularer Stoffe, Physik von Polymeren in deren festen Zustand (thermisch und mechanisch); Herstellungsverfahren & Verarbeitung.</p> <p>Chemische Prozesse in Beispielen: vom Rohstoff zum Endprodukt unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Auswirkungen.</p> <p>Grundlagen der Maßstabsvergrößerung. Einführung in die Kinetik chemischer Reaktionen und die technische Katalyse. Einführung in die Grundoperationen, z. B. Mischen und Rühren.</p> <p>Die Vorlesung ist so aufgebaut, dass ausreichend Zeit zur Diskussion und gemeinschaftlicher Aneignung des Stoffes vorhanden ist.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Technische Chemie b) Einführung in die Makromolekulare Chemie				1,25 SWS 1,25 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Einführung in die Technische Chemie	2	18	32	10
	b) Einführung in die Makromolekulare Chemie	2	18	32	10
	Gesamtaufwand	4	36	64	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet). Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	<p>B. Tieke; „Makromolekulare Chemie: Eine Einführung“</p> <p>M. Brahm; „Polymerchemie kompakt“</p> <p>A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, A. J. Vorholt; „Einführung in die Technische Chemie“ (auch als e-book in der Stabi)</p> <p>Grassmann, Widmer, Sinn; „Einführung in die thermische Verfahrenstechnik“</p>				

Modul-Titel	Makromolekulare Chemie
Modulnummer/-kürzel	CHE 022 A
Verwendbarkeit	BSc Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul

	BSc Chemie: Wahlmodul Msc Chemie: Wahlpflichtmodul Master-Teilstudiengang Chemotechnik (LAB): Pflichtmodul, Empfehlung 2. Semester				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. G. Luinstra				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Weiterführende Kenntnisse zum Verständnis der Makromolekularen Chemie in der Synthese und Eigenschaften, bzw. Verarbeitung von Polymeren.				
Inhalt	Es werden die erweiterten Grundlagen der Makromolekularen Chemie vermittelt, mit Schwerpunkten einerseits auf der Synthese von Polymeren (Reaktionsführung, Kinetik, Molmassenverteilung) und andererseits auf der Charakterisierung in Lösung (Knäueldimensionen, Thermodynamik) und in der festen Phase/Schmelze (rheologisch, thermisch, mechanisch). Diverse Polyreaktionen und die jeweiligen Mechanismen werden behandelt, und die Konzepte der Viskoelastizität vertieft. Hierbei werden Polymere, die z.B. in Form von Folien, Fasern, Lacken und Klebstoffen im Alltag Verwendung finden, und funktionale Polymere, wie sie z.B. in der Medizin verwendet werden, exemplarisch beleuchtet.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Makromolekulare Chemie (V) b) Übungen zur Makromolekularen Chemie (Ü)			3 SWS 1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Makromolekulare Chemie	4,5	42	74	19
	b) Übungen zur Makromole. Chemie	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 (benotet). Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	R.J. Young, P.A. Lovell „Introduction to Polymers“				

Modultitel	Quantenchemie I
Modulnummer/-kürzel	CHE 134
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul BSc Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul MSc Physik und Chemie von Nanomaterialien: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Herrmann
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele:	Solides Grundwissen theoretische Chemie und Quantenchemie, insbesondere Hartree-Fock-Theorie.
Inhalt	1) Grundlagen der Quantenmechanik - Operatoren und Observablen, Erwartungswerte, zeitabhängige und zeitunabhängige Schrödingergleichung - Konstruktion des Hamiltonoperators für Moleküle

	<ul style="list-style-type: none"> - 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; <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) b) Übungen zur Quantenchemie I (Ü)				2 SWS 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	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet). Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Jens Reinhold, „Quantentheorie der Moleküle“, Vieweg + Teubner 3. Aufl 2006; , Attila Szabo und Neil S. Ostlund, „Modern Quantum Chemistry“, Dover 1996.				