



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Nr. 74 vom 2. September 2026

AMTLICHE BEKANNTMACHUNG

Hg.: Der Präsident der Universität Hamburg
Referat 31 – Qualität und Recht

Fachspezifische Bestimmungen für den Studiengang „Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.)“

Vom 20. Mai 2026

Das Präsidium der Universität Hamburg hat am 30. Juni 2026 die vom Fakultätsrat der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften am 20. Mai 2026 auf Grund von § 91 Absatz 2 Nummer 1 des Hamburgischen Hochschulgesetzes (HmbHG) vom 18. Juli 2001 (HmbGVBl. S. 171) in der Fassung vom 19. Februar 2025 (HmbGVBl. S. 241) beschlossenen Fachspezifischen Bestimmungen für den Bachelorstudiengang Physik und Chemie von Nanomaterialien als Fach eines Studiengangs mit dem Abschluss Bachelor of Science (B.Sc.) gemäß § 108 Absatz 1 HmbHG genehmigt.

Präambel

Diese Fachspezifischen Bestimmungen ergänzen die Regelungen der Prüfungsordnung der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften für Studiengänge mit dem Abschluss „Bachelor of Science“ vom 20. Oktober 2021 in der jeweils geltenden Fassung und beschreiben die Module für das Fach Physik und Chemie von Nanomaterialien.

I. Ergänzende Regelungen zur Prüfungsordnung B.Sc.

Zu § 1

Studienziel Prüfungszweck, Akademischer Grad, Durchführungen des Studiengangs

Zu § 1 Absatz 1:

- (1) Neben den allgemeinen Studienzielen nach § 1 Absatz 1 der Prüfungsordnung vermittelt das Studium der Physik und Chemie von Nanomaterialien den Studierenden
 1. ein breites physikalisches und chemisches Grundlagenwissen,
 2. die Fähigkeit zur selbstständigen Anwendung der im Studiengang vermittelten Kenntnisse und Fertigkeiten,
 3. die Fähigkeit, in ihrer Arbeit die wissenschaftlichen Methoden der Physik und Chemie von Nanomaterialien in Praxis und Theorie anzuwenden,
 4. die Kenntnis wesentlicher Computeranwendungen und mathematischer Grundlagen,
 5. die Fähigkeit zum verantwortlichen Handeln, die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis beachtendem Handeln in ihrem Fachgebiet,
 6. die Qualifikation für ein darauf aufbauendes Masterstudium.Dabei ist eine erste Schwerpunktbildung im Rahmen der Wahlpflichtmodule möglich.

- (2) Das Studium der Physik und Chemie von Nanomaterialien ist nicht als Nebenfach studierbar.

Zu § 3

Studienfachberatung

In Ergänzung zu den vorgesehenen Beratungen können die Studierenden regelmäßig, möglichst einmal im Semester, an einer Beratung durch ihren Mentor bzw. ihre Mentorin teilnehmen.

Zu § 4

Studien- und Prüfungsaufbau, Module und Leistungspunkte (LP)

Zu § 4 Absätze 1, 2 und 3:

- (1) Detaillierte Beschreibungen aller Module finden sich unter II. Modulbeschreibungen dieser Fachspezifischen Bestimmungen und im Modulhandbuch.
- (2) Der Studiengang Physik und Chemie von Nanomaterialien (B.Sc.) besteht aus einem Pflicht-, einem Wahlpflicht- und einem Freien Wahlbereich.
- (3) Der Pflichtbereich gliedert sich in den Erwerb von
 1. chemischen Grundlagen (64 LP)
 2. physikalischen und mathematischen Grundlagen (62 LP)
 3. Grundlagen der Computeranwendungen (9 LP)
 4. Allgemeinen Berufsqualifizierenden Kompetenzen (3 LP)
 5. Abschlussmodul Bachelorarbeit (12 LP)
- (4) Der Wahlpflichtbereich umfasst 24 Leistungspunkte. Für diesen stehen die unter II. Modulbeschreibungen beschriebenen Module der Kategorie „Wahlpflichtmodule“ zur Verfügung.

- (5) Der Freie Wahlbereich hat einen Umfang von 6 Leistungspunkten. Die Module für den Freien Wahlbereich können aus dem für den Freien Wahlbereich und Crossdisciplinary Learning von den anbietenden Fächern geöffneten Lehrangebot der Universität Hamburg ausgewählt werden.
- (6) Die folgende Übersicht beschreibt den empfohlenen Studienverlauf für den Bachelor of Science Physik und Chemie von Nanomaterialien:

1. Sem	Grundlagen der Allgemeinen Chemie (6 LP)	Physikalische Chemie I (4 LP)	Grundlagen der Programmierung (4 LP)	Mathematik A (Lineare Algebra, Analysis-I) (8 LP)		Physik A (Mechanik, Fluidik) (8 LP)
2. Sem	Organische Chemie (6 LP)	Grundlagen der Allg. Chemie II (3 LP)	Physikalische Chemie II (QM) (4 LP)	Physikalische Chemie III (4 LP)	Mathematik B (Analysis-II, Komplexe Funktionen) (5 LP)	Physik B (Elektrodynamik) (8 LP)
3. Sem	Anorganische Chemie II (Festkörperchemie) (6 LP)	Praktikum Grundlagen der Chemie (7 LP)	Nanochemie I (4 LP)	Physikalische Chemie IV (Atom- und Molekülspektroskopie) (4 LP)	Numerische Methoden in Physik und Chemie (5 LP)	Physikalisches Praktikum (4 LP)
4. Sem	Wahlpflichtbereich: Chemie, Physik (4 LP)	Nanochemie Praktikum (6 LP)	Quantenphysik/-chemie (8 LP)		Grundlagen von Festkörper-Nanostrukturen (Nanostrukturphysik A) (9 LP)	Summer School (3 LP)
5. Sem	Organische Chemie von Nanomaterialien (6 LP)	Wahlpflichtbereich: Chemie, Physik (8 LP)	Funktionale Eigenschaften von Festkörper-Nanostrukturen (Nanostrukturphysik B) (8 LP)		Praktikum Nanostrukturphysik (8 LP)	
6. Sem	Freier Wahlbereich (6 LP)		Wahlpflichtbereich: Chemie, Physik (12 LP)		Bachelorarbeit (12 LP)	

Zu § 5

Lehrveranstaltungsarten

Zu § 5 Absatz 1:

Die Anwesenheitspflicht gilt nicht für die Zulassung zu Wiederholungsprüfungen.

Zu § 5 Absätze 2 und 3:

- (1) Für folgende Lehrveranstaltungsarten besteht Anwesenheitspflicht:
 - a) Seminare und Proseminare, da diese auch zum Ziel haben, die Kritikfähigkeit und die Fähigkeit, Diskussionen zu führen, zu verbessern;
 - b) Praktika, da die Studierenden unter Anleitung zum Lösen praktischer Problemstellungen befähigt werden sollen;
 - c) Projekte, da diese auch dem Erwerb von Sozialkompetenzen dienen, z. B. der Befähigung zur Projektarbeit im Team;
 - d) Übungen, bei denen die Qualifikationsziele des zugehörigen Moduls außerhalb der Übungen in der Regel nicht vollständig erreicht werden können.

Zu § 7

Prüfungsausschuss

Zu § 7 Absatz 1:

Bei den Mitgliedern aus der Gruppe der Hochschullehrenden soll jeweils eine hauptvertretende Person sowie eine stellvertretende Person aus den Fachbereichen Chemie und Physik kommen. Das Mitglied aus der Gruppe des akademischen Personals soll dem Fachbereich Chemie oder Physik angehören. Alle zwei Jahre sollen die jeweiligen Fächer die Vertreter- und Stellvertreterpositionen wechseln.

Zu § 13

Studienleistungen und Modulprüfungen

Zu § 13 Absatz 2:

Der Prüfungsausschuss kann in begründeten Ausnahmefällen für die letztmögliche Wiederholungsprüfung auf Antrag eines Studierenden eine abweichende Prüfungsart festlegen.

Zu § 13 Absatz 4:

- (1) Der Umfang des Projektabschlusses in Form des Abschlussberichts umfasst 15 bis 30 Seiten.

- (2) Weitere Prüfungsarten sind:

Ein Kolloquium bestehend aus einem Vortrag und einer wissenschaftlichen Diskussion zu den Inhalten des Vortrages. Der Gesamtumfang des Kolloquiums liegt zwischen 30 und 60 Minuten.

Seminarvortrag: Der Seminarvortrag ist die eigenständige Vorbereitung und Präsentation zu einer ausgewählten Fragestellung. Die Prüfungsdauer beträgt mindestens 30 und höchstens 60 Minuten.

Für die Prüfungsart „Klausur“ kann folgende ergänzende Regelung getroffen werden: Art und Umfang von nicht-obligatorischen Studienleistungen (in der Regel Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgaben) werden zu Beginn der Veranstaltung festgelegt und bekannt gegeben. Zu diesem Zeitpunkt wird ebenfalls festgelegt und bekannt gegeben, in welcher Weise erfolgreich erbrachte Studienleistungen zum Erwerb eines Bonus führen. Der Bonus darf 40 % der Mindestanforderung für das Bestehen der Prüfungsklausur nicht überschreiten. Er kann zu einer Verbesserung der Notenziffer der Modulabschlussprüfung um maximal 0.3 führen.

Die Regelung wird zu Beginn in der jeweiligen Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Zu § 13 Absatz 10:

Die Prüfungssprache ist in der Regel Deutsch. Im Einvernehmen zwischen dem bzw. der Prüfenden und der bzw. dem Studierenden kann die Prüfung in englischer Sprache abgehalten werden.

Zu § 14 Bachelorarbeit

Zu § 14 Absatz 1:

Verpflichtender Bestandteil des Abschlussmoduls ist neben der Bachelorarbeit ein Kolloquium bestehend aus einem Vortrag und einer wissenschaftlichen Diskussion zu den Inhalten der Arbeit. Das Kolloquium geht zu einem Anteil von einem Sechstel in die Bewertung des Abschlussmoduls ein und muss mindestens mit der Note 4,0 bestanden sein. Das Kolloquium soll bis spätestens sechs Wochen nach Abgabe der schriftlichen Arbeit gehalten werden.

Zu § 14 Absatz 2:

Zur Bachelorarbeit kann zugelassen werden, wer mindestens 120 Leistungspunkte erworben hat. Es wird empfohlen, alle Praktika vor Beginn der Bachelorarbeit absolviert zu haben.

Zu § 14 Absatz 4:

Die Bachelorarbeit kann in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden. Die Entscheidung hierüber muss im Einvernehmen zwischen der bzw. dem Studierenden und der Betreuerin bzw. dem Betreuer getroffen werden.

Zu § 14 Absatz 5:

Der Arbeitsaufwand für das Abschlussmodul beträgt 12 Leistungspunkte, die Bearbeitungszeit der Bachelorarbeit kann sich über einen Zeitraum von bis zu vier Monaten erstrecken.

Zu § 15 Bewertung der Prüfungsleistungen

Zu § 15 Absatz 3:

- (1) Wenn ein Modul durch mehrere Teilleistungen abgeschlossen wird, so sind diese möglichst gleichwertig anzulegen. Die Gesamtnote wird als ein mittels Leistungspunkten gewichtetes Mittel der Noten für die Teilleistungen berechnet. Dies gilt nicht für das Abschlussmodul, für das die Berechnung der Modulnote unter „Zu § 14“ festgelegt ist.
- (2) Die Gesamtnote der Bachelorprüfung berechnet sich als ein mittels Leistungspunkten gewichtetes Mittel aller benoteten Modulprüfungen unter folgender Berücksichtigung:

Modul bzw. Bereich	Anteil an Gesamtnote
Physik A (Mechanik, Fluidik)	Die beiden besten der drei Prüfungsklausuren gehen mit jeweils 12 LP ein.
Physik B (Klassische Elektrodynamik)	
Quantenphysik/-chemie	
Physikalische Chemie I	Die beste der beiden Prüfungsklausuren gehen mit 8 LP ein.
Physikalische Chemie III	
Physikalische Chemie II	Die beste der beiden Prüfungsklausuren gehen mit 8 LP ein.
Physikalische Chemie IV	
Nanostrukturphysik A	Die beste der beiden Prüfungsklausuren geht mit 17 LP ein.
Nanostrukturphysik B	
Wahlpflichtbereich	Das nach Leistungspunkten gewichtete arithmetische Mittel der bestbenoteten Vertiefungsmodule im Umfang von 24 Leistungspunkten geht ein.
Abschlussmodul ‚Bachelorarbeit‘	Mit einer 3-fachen Gewichtung der 12 LP

Die Module CHE 033 (Praktikum Grundlagen der Chemie), PHY-N-AP (Physikalisches Praktikum) und PHY-N-S (Summer School) sowie der Freie Wahlbereich gehen nicht in die Berechnung ein.

II. Modulbeschreibungen

1. Pflichtmodule aus dem Fachbereich Physik:

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Grundlagen der Programmierung
Sigle	PHY-N-GP
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.
Inhalte	• Erste Schritte in Python • Umgang mit Daten • Algorithmisches Denken • Werkzeuge zur effizienten Softwareentwicklung, Daten- und Ressourcennutzung
Lehr- und Lernformen	a) Grundlagen der Programmierung (V): 2 SWS b) Übungen (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Übungsabschluss (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Grundlagen der Programmierung (V): 2 LP b) Übungen (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	4 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Mathematik A (Lineare Algebra, Analysis-I)
Sigle	PHY-N-MA
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.
Inhalte	• 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
Lehr- und Lernformen	a) Mathematische Grundlagen der Physik A (V): 4 SWS b) Übungen zu den Mathematischen Grundlagen der Physik A (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Mathematische Grundlagen der Physik A: 6 LP b) Übungen zu den Mathematischen Grundlagen der Physik A (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	8 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Mathematik B (Analysis-II, Komplexe Funktionen)
Sigle	PHY-N-MB
Qualifikationsziele	Studierende beherrschen das Differenzieren und Integrieren von Funktionen mehrerer Veränderlicher. Sie können Differentielle und Integrale Gleichungen als mathematische Formen von Naturphänomenen erkennen.
Inhalte	• Funktionen mehrerer Veränderlicher • Partielle Ableitungen • Mehrfachintegrale • Vektordifferentiation (Gradient, Divergenz, Rotation) • Kurven im Raum und Kurvenintegral • Volumen und Oberflächenintegrale, Integralsätze • Komplexe Funktionen und Funktionentheorie
Lehr- und Lernformen	a) Mathematische Grundlagen der Physik B (V): 2 SWS b) Übungen zu den Mathematischen Grundlagen der Physik B (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Erfolgreiche Modulprüfung in PHY-N-MA
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Mathematische Grundlagen der Physik B (V): 3 LP b) Übungen zu den Mathematischen Grundlagen der Physik B (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	5 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Physik A (Mechanik, Fluidik)
Sigle	PHY-N1
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.
Inhalte	• Allgemeine Einführung in die Nanostrukturphysik • Kinematik • Newton'sche Axiome • Impuls • Energieerhaltungssatz • Drehbewegungen • Schwingungen, Nanomechanik • Fluidmechanik und Mikrofluidtechnik • Bewegung von Nanopartikeln in Gasen
Lehr- und Lernformen	a) Physik A (Mechanik, Fluidik) (V): 4 SWS b) Übungen zu Physik A (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Physik A (Mechanik, Fluidik) (V): 6 LP b) Übungen zu Physik A (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	8 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Physik B (Elektrodynamik)
Sigle	PHY-N2
Qualifikationsziele	Studierende haben Kenntnisse über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der klassischen Physik mit Schwerpunkt Elektrostatik und Elektrodynamik unter besonderer Berücksichtigung der Eigenschaften von Strukturen im Nanometer-Bereich.
Inhalte	• Elektrostatik und Nanokondensatoren • Elektrischer Transport • Elektrische Messtechnik • Maxwell'sche Gleichungen • Elektromagnetische Wellen/Licht • Beugung, Optik/Lithographie • Elektronenmikroskopie/-lithographie
Lehr- und Lernformen	a) Physik B (Elektrodynamik) (V): 4 SWS b) Übungen zu Physik B (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Physik B (Elektrodynamik) (V): 6 LP b) Übungen zu Physik B (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	8 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Quantenphysik/-chemie
Sigle	PHY-N-QPC
Qualifikationsziele	Studierende kennen Konzepte der Quantentheorie und statistischen Physik. Sie wissen, wie die erlernten Regeln und Gesetzmäßigkeiten auf Probleme und Experimente der Atom-, Molekül- und Festkörperphysik anzuwenden sind.
Inhalte	• 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
Lehr- und Lernformen	a) Quantenphysik/-chemie (V): 4 SWS b) Übungen zur Quantenphysik/-chemie (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Physik A und Physik B, Physikalische Chemie III
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Quantenphysik/-chemie: 6 LP b) Übungen zur Quantenphysik/-chemie: 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	8 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Numerische Methoden in Physik und Chemie
Sigle	PHY-N-NM
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 computergestützten Projektes.
Inhalte	• Statistik – Revision der Grundlagen • Numerik: Integrieren, Differenzieren, FFT, Lösen eines linearen Gleichungssystems. • DGL's: Runge Kutta • Startwertprobleme • Adaptive numerische Schrittweiten • Shoot and Aim • Relaxation • Diagonalisierung von Matrizen
Lehr- und Lernformen	a) Numerische Methoden (V): 2 SWS b) Übungen und Projekt zu Numerischen Methoden (Ü/Pr): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss und Referat (benotet). Näheres wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Numerische Methoden (V): 2 LP b) Übungen und Projekt zu Numerischen Methoden (Ü): 3 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	5 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Grundlegende Eigenschaften von Festkörpern und ihren Nanostrukturen (Nanostrukturphysik A)
Sigle	PHY-N3
Qualifikationsziele	Studierende haben Kenntnisse über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der Festkörperphysik und Nanostrukturphysik von Halbleiter-Nanostrukturen.
Inhalte	• 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
Lehr- und Lernformen	a) Nanostrukturphysik A (V): 4 SWS b) Übungen zu Nanostrukturphysik A (Ü): 2 SWS c) Projekt (Pr): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Physik A und Physik B
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Nanostrukturphysik A (V): 6 LP b) Übungen zu Nanostrukturphysik A (Ü): 2 LP c) Projekt (Pr): 1 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	9 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Phasenübergänge und funktionale Eigenschaften von Festkörpern und ihren Nanostrukturen (Nanostrukturphysik B)
Sigle	PHY-N4
Qualifikationsziele	Studierende haben Kenntnisse über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der Festkörperphysik und Nanostrukturphysik an metallischen und dielektrischen Nanostrukturen.
Inhalte	• Dielektrische Theorie • Bragg-Spiegel • Photonische Kristalle • Metamaterialien • Plasmonik von metallischen Nanostrukturen • Supraleiter • Magnetismus in Systemen mit reduzierter Dimension • Transportphänomene in Nanostrukturen
Lehr- und Lernformen	a) Nanostrukturphysik B (V): 4 SWS b) Übungen zu Nanostrukturphysik B (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Nanostrukturphysik A
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Nanostrukturphysik B (V): 6 LP b) Übungen zu Nanostrukturphysik B (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	8 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Physikalisches Praktikum
Sigle	PHY-N-AP
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erfassen, zu formalisieren und darzustellen. Sie • haben Kenntnisse der experimentellen Methoden und Instrumente der Physik. • besitzen die Fähigkeit zur praktischen Anwendung und Überprüfung der in den Modulen Physik A und B 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.
Inhalte	Grundlegende Versuche aus den Bereichen Mechanik und Wärmelehre, Elektrizität und Magnetismus und Wellen.
Lehr- und Lernformen	Physikalisches Praktikum (P): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Erfolgreiche Teilnahme an PHY-N1 und PHY-N2
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet) 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.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	Physikalisches Praktikum (P): 4 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	4 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Praktikum Nanostrukturphysik
Sigle	PHY-NP
Qualifikationsziele	Studierende • 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.
Inhalte	• Grundlagenpraktikum aus mindestens 8 Versuchen mit definiertem Zeitaufwand: 2 Arbeitstagen bzw. 16 Stunden je Versuch • Röntgendiffraktometrie an Nanopartikeln • Ellipsometrie an ALD-Schichten • Rastertunnelmikroskopie an Halbleiter-Nanostrukturen • Ortsaufgelöste Raman-Messungen an Halbleiter-Nanostrukturen • Photonische Kristalle mittels 3D-Laser-Lithographie • Mikrofluidisches Bauelement mittels 3D-Laser-Lithographie • Messungen des Magneto-Widerstands an magnetischen Nanoströmen • Magnetometrie an periodischen magnetischen Nanostrukturen
Lehr- und Lernformen	a) Praktikum Nanostrukturphysik (P): 7 SWS b) Begleitseminar (S): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Erfolgreiche Teilnahme an PHY-N1, PHY-N2, PHY-N-AP
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der 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.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Praktikum Nanostrukturphysik (P): 7 LP b) Begleitseminar (S): 1 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	8 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester

2. Pflichtmodule aus der Chemie:

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Grundlagen der Allgemeinen Chemie
Sigle	CHE 001 A
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.
Inhalte	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
Lehr- und Lernformen	a) Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie I (V): 2 SWS b) Allgemeine Chemie mit Übungen (V + Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie I (V): 3 LP b) Allgemeine Chemie mit Übungen (V + Ü): 3 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Grundlagen der Allgemeinen Chemie II
Sigle	CHE 001 L
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.
Inhalte	Chemie der Haupt- und Nebengruppenelemente: Vorkommen, Darstellung und Aufreinigung, Gruppeneigenschaften, elektronische Strukturen, einfache Strukturtypen, Anwendungen in der Technik, Kritikalität ausgewählter Elemente
Lehr- und Lernformen	Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie II (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: CHE 001 A
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie I (V): 3 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Organische Chemie
Sigle	CHE 081 A
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben eine grundlegende Fachkompetenz in organischer Chemie. Sie sind in der Lage, funktionelle Gruppen komplexer Moleküle zu erkennen und Beispielverbindungen den entsprechenden (Natur-)Stoffklassen zuzuordnen. Sie können Moleküle entsprechend der IUPAC-Nomenklatur benennen und stereochemische Begriffe korrekt anwenden. Sie sind mit den wichtigsten Reaktionen der funktionellen Gruppen vertraut und können deren Synthesen und Reaktionsweisen einschließlich der Reaktionsmechanismen formulieren bzw. anwenden.
Inhalte	Alkane (Konformation von Alkanen), Cycloalkane (Ringspannung, Sesselkonformation), Halogenalkane, radikalische Substitution, 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).
Lehr- und Lernformen	a) Organische Chemie (V): 3 SWS b) Übungen zur Organischen Chemie (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen Chemie
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Organische Chemie (V): 4 LP b) Übungen zur Organischen Chemie (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie
Sigle	CHE 002 N
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.
Inhalte	Gleichgewicht, intensive und extensive Größen, SI-Basiseinheit, Temperatur, nullter Hauptsatz der Thermodynamik, Zustandsfunktionen 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.
Lehr- und Lernformen	a) Physikalische Chemie I (V): 2 SWS b) Übungen zur Physikalischen Chemie I (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilen	a) Physikalische Chemie I (V): 3 LP b) Übungen zur Physikalischen Chemie I (Ü): 1 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	4 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik
Sigle	CHE 070 N
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. Studierende 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.
Inhalte	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.
Lehr- und Lernformen	a) Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik (V): 2 SWS b) Übungen zur Physikalischen Chemie II (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: CHE002 N Physikalische Chemie II: Allgemeine Einführung in die klassische Physikalische Chemie
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Physikalische Chemie II (V): 3 LP b) Übungen zur Physikalischen Chemie II (Ü): 1 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	4 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Physikalische Chemie III: Vertiefung der klassischen Physikalischen Chemie
Sigle	CHE 071 N
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.
Inhalte	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.
Lehr- und Lernformen	a) Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie (V): 2 SWS b) Übungen zur Physikalischen Chemie III (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: CHE 002 N
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Physikalische Chemie III (V): 3 LP b) Übungen zur Physikalischen Chemie III (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	4 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie
Sigle	CHE 072 N
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.
Inhalte	Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip, Hund'sche Regeln, Aufbauprinzip, Moleküle und chemische Bindungen, quantenmechanische Oszillator- und Rotator-Modelle, Spektroskopie der Elektronen-, Rotations- und Schwingungsübergänge.
Lehr- und Lernformen	a) Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie (V): 2 SWS b) Übungen zur Physikalischen Chemie IV (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: CHE 002 N, CHE 070 N, CHE 071 N
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Physikalische Chemie IV (V): 3 LP b) Übungen zur Physikalischen Chemie IV (Ü): 1 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	4 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Organische Chemie von Nanomaterialien
Sigle	CHE 031
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.
Inhalte	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.
Lehr- und Lernformen	a) Organische Chemie von Nanomaterialien (V): 3 SWS b) Seminar zur Organischen Chemie von Nanomaterialien (S): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: CHE 081 A, Grundkenntnisse der (insb. organischen) Chemie in Theorie und Praxis: Nomenklatur, funktionelle Gruppen und Reaktionstypen.
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulteilprüfungen: 1. Eigenständige Vorbereitung und Präsentation eines Seminarvortrags zu einer ausgewählten Fragestellung (25 %, benotet) 2. Klausur (75 %, benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Organische Chemie von Nanomaterialien (V): 4,5 LP b) Seminar zur Organischen Chemie von Nanomaterialien (S): 1,5 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Praktikum Grundlagen der Chemie
Sigle	CHE 033
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 alleine 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.
Inhalte	Einführung in das praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium und der notwendigen Sicherheitsregeln: Lösen und Fällern 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: • Polarität und Löslichkeit • Lösung, Fällung und Komplexbildung • Oxidation und Reduktion • Elektrochemie im Gleichgewicht • Leitfähigkeit • Säure- und Base • Einfache organische Reaktionen
Lehr- und Lernformen	a) Praktikum in Chemie (P): 5,5 SWS b) Begleitseminar zum Praktikum (S): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Vollständige Sicherheitsunterweisung für das Laborpraktikum Empfohlen: CHE 001 A, CHE 001 L; CHE 002 N
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an dem Seminar zum Praktikum Art der Prüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Praktikum in Chemie (P): 5 LP b) Begleitseminar zum Praktikum (S): 1 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP

Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Nanochemie I
Sigle	CHE 034
Qualifikationsziele	Studierende erwerben Kenntnissen und Kompetenzen aus dem Gebiet der Nanochemie und zugehöriger Methoden sowie ihre Anwendung in der Forschung und Technologie.
Inhalte	Grundlagen der Präparation, Eigenschaften und Charakterisierung nanostrukturierter Materialien.
Lehr- und Lernformen	a) Nanochemie I (V): 2 SWS b) Übungen zur Nanochemie I (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Nanochemie I (V): 3 LP b) Übungen zur Nanochemie I (Ü): 1 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	4 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Praktikum Nanochemie
Sigle	CHE 035
Qualifikationsziele	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. 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.
Inhalte	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. 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. In einem begleitenden Seminar stellen die Studierenden die theoretischen Grundlagen dieser Konzepte in einem Vortrag vor.
Lehr- und Lernformen	a) Praktikum Nanochemie (P): 4,5 SWS b) Begleitseminar zum Praktikum (S): 1,5 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
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
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle) und Seminarabschluss (Teilnahme am Seminar und Testat des Seminarvortrags). Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch

Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Praktikum Nanochemie (P): 4,5 LP b) Begleitseminar zum Praktikum (S): 1,5 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Anorganische Chemie II
Sigle	CHE 010
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.
Inhalte	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
Lehr- und Lernformen	a) Anorganische Chemie II (V): 3 SWS b) Übungen zur Anorganischen Chemie II (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Anorganische Chemie II (V): 4,5 LP b) Übungen zur Anorganischen Chemie II (Ü): 1,5 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

3. Weitere Pflichtmodule:

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Abschlussmodul – Bachelorarbeit
Sigle	PHY-N-BA
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen 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.
Inhalte	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.
Lehr- und Lernformen	a) Bachelorarbeit b) Kolloquium
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Zum Abschlussmodul kann zugelassen werden, wer mindestens 120 Leistungspunkte erworben hat.
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Siehe Voraussetzungen für die Teilnahme Art der Modulteilprüfungen: 1. schriftliche Bachelorarbeit und 2. Kolloquium Das Kolloquium geht zu 1/6 in die Note des Abschlussmoduls ein. Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Bachelorarbeit: 10 LP b) Kolloquium: 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	12 LP
Dauer	360 Stunden Arbeitsaufwand innerhalb von maximal 4 Monaten.
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester

Modultyp	Pflichtmodul
Titel	Summer School
Sigle	PHY-N-S
Qualifikationsziele	• Gemeinsames Treffen mit Studierenden von nanowissenschaftlichen Studiengängen an anderen Hochschulen. • Technologiefolgenabschätzung in Bezug auf Arbeitsschutz, Gesundheit der Nutzer, Umweltverträglichkeit und Entsorgung/ Recycling. • Umgang mit wissenschaftlicher Fachliteratur und Datenbanksystemen. • Wissenschaftliche Präsentationsformen. • Karriereplanung.
Inhalte	• 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.
Lehr- und Lernformen	Blockseminar: 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (unbenotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	Blockseminar: 3 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

4. Wahlpflichtmodule aus der Physik:

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Nanostructure Physics I
Sigle	PHY-MV-E414
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.
Inhalte	• 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
Lehr- und Lernformen	• Nanostructure Physics I (V): 4 SWS • Exercises in Nanostructure Physics I (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Nanostrukturphysik A oder Physik IV (= Festkörperphysik)
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	• Nanostructure Physics I (V): 6 LP • Exercises in Nanostructure Physics I (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	8 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Nanostructure Physics II: Surface Science and Magnetism
Sigle	PHY-MV-E416
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.
Inhalte	• Ultrahochvakuum- und Tieftemperaturtechnologie • Oberflächenstrukturen und Überstrukturen • Oberflächencharakterisierung mit Elektronen- und Photontechniken • 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)
Lehr- und Lernformen	• Nanostructure Physics II (V): 4 SWS • Exercises in Nanostructure Physics II (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Englisch oder Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Quantenphysik/-chemie und Nanostrukturphysik A, B, bzw. Physik III (= Quantenphysik & Statistische Physik) und Physik IV (= Festkörperphysik)
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Erfolgreiche Erbringung von Studienleistungen (60 Prozent der Punkte in den Übungen) Art der Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilen	• Nanostructure Physics II (V): 6 LP • Exercises in Nanostructure Physics II (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	8 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Nanostructure Physics III: Nano-Bio-Interfaces
Sigle	PHY-MV-E417
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, zentrale physikalische und biophysikalische Prozesse an Bio- und Nanogrenzflächen zu erklären und quantitativ zu beschreiben. Sie können Transport-, Wechselwirkungs- und Strukturphänomene an Grenzflächen analysieren und geeignete experimentelle Methoden zur Untersuchung bio-nanophysikalischer Systeme einordnen. Darüber hinaus sind sie befähigt, Anwendungen in Mikrofluidik, Sensorik und Biomedizin physikalisch zu bewerten.
Inhalte	1. Einführung 2. Grundlagen • Kraft und Energie • Thermodynamische Potentiale • Diffusion • Debye-Hückel Abschirmung, Zeta-Potential 3. Bio- und Nanogrenzflächen • Physikalische Beschreibung organischer und anorganischer Grenzflächen • Biophysikalische Grenzflächen • Oberflächenspannung und Osmose • Zellmembranen • Elektrische Eigenschaften von Zellmembranen und Ionentransfer • Aufbau und Raumstruktur von Proteinen • Protein-Protein- / Protein-Oberflächen-Wechselwirkungen • AFM-Kraftspektroskopie: Kraftinduzierte Sekundärstrukturänderungen • Enzymkatalyse durch Tunneleffekt 4. Anwendungen • Mikrofluidik • Implantatoberflächen in der Forschung • Bioelektronische Devices • Biosensoren und in-vitro/in-vivo Diagnostik
Lehr- und Lernformen	Nanostructure Physics III (V): 4 SWS
Unterrichtssprache	Englisch oder Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Grundlagen der Physik und Chemie (B.Sc.)
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	Nanostructure Physics III (V): 6 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP

Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Nanostructure Physics IV – Nanobiotechnology and Energy Materials
Sigle	PHY-MV-E418
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.
Inhalte	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.
Lehr- und Lernformen	- Nanostructure Physics IV (V): 2 SWS - Exercises in Nanostructure Physics IV (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Englisch oder Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	- Nanostructure Physics IV (V): 3 LP - Exercises in Nanostructure Physics IV (Ü): 1 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	4 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Complex Materials
Sigle	PHY-MV-E405
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.
Inhalte	• 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
Lehr- und Lernformen	• Complex Materials (V): 3 SWS • Project: 1 SWS
Unterrichtssprache	Englisch oder Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Introductory courses in Physical Chemistry, Physics or Nanochemistry
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Erfolgreiches Erbringen von Studienleistungen und regelmäßige Teilnahme am Projekt Art der Modulprüfung: Referat (benotet) Prüfungssprache: Englisch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	• Complex Materials (V): 5 LP • Project work: 1 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Kern- und Teilchenphysik (Physik V)
Sigle	PHY-E5
Qualifikationsziele	Studierende haben Grundkenntnisse von den Methoden und Ergebnissen der experimentellen Elementarteilchen- und Kernphysik und ihre Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle.
Inhalte	• 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
Lehr- und Lernformen	c) Physik V (V): 4 SWS d) Übungen zu Physik V (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch. In der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Physik I, Physik 2 und Physik III.
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilen	a) Physik V (V): 5 LP b) Übungen zu Physik V (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	7 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Atome, Moleküle und Quantenoptik (Physik VI)
Sigle	PHY-E6
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.
Inhalte	• Wasserstoffatom und relativistische Korrekturen • Atome mit mehreren Elektronen • Atome in magnetischen und elektrischen Feldern • Anregung von Atomen durch elektromagnetische Strahlung, Auswahlregeln • Atto- und Femtosekunden-Dynamik in Atomen und Molekülen • Lasermanipulation der Bewegung von Atomen • Molekülbindungen und Molekülorbitale • Molekülspektren und Molekülspektroskopie • Induzierte Emission und Laserprinzip • Optische Resonatoren, Laserresonator und Strahleigenschaften • Interferometrische Messungen und Signalübertragung mit Laserlicht • Quantisierung des kohärenten Feldes • Nichtlineare Optik
Lehr- und Lernformen	a) Physik VI (V): 4 SWS b) Übungen zu Physik VI (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch. In der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Physik I, Physik II und Physik III.
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Physik VI (V): 5 LP b) Übungen zu Physik VI (Ü): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	7 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Theoretische Mechanik und Elektrodynamik (Th. Physik I)
Sigle	PHY-T1
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.
Inhalte	• Variationsrechnung • Hamiltonsches Prinzip • Lagrange-Formalismus für Teilchen • Noether Theorem • Hamilton-Formalismus; Poisson-Klammer • Kleine Schwingungen; Felder in der Mechanik • Lagrange-Formalismus für Felder; Anwendung auf das Maxwell-Feld • Tensoren • Kovarianz im Lagrange-Formalismus • Kovariante Formulierung der Elektrodynamik
Lehr- und Lernformen	a) Theoretische Physik I (V): 4 SWS b) Übungen zu Theoretischer Physik I (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch. In der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Physik I, Physik II und Physik III sowie Mathematik I und II.
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Theoretischer Physik I (V): 6 LP b) Übungen zu Theoretischer Physik I (Ü): 3 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	9 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Quantenmechanik I (Th. Physik II)
Sigle	PHY-T2
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.
Inhalte	• Hamilton-Formalismus, Poisson-Klammer • Schrödinger-Gleichung • Observable und Operatoren • Eigenwertprobleme für Operatoren • Wahrscheinlichkeitsinterpretation und Unschärferelationen • eindimensionale Probleme • Zentralkraftproblem und Drehimpulsoperator • Pauli-Gleichung mit Magnetfeld • Störungstheorie, Fermis Goldene Regel • Mehrteilchensysteme, Fermi- und Bose-Vertauschungsregeln • Bellsche Ungleichung und verschränkte Zustände
Lehr- und Lernformen	a) Theoretische Physik II (V): 4 SWS b) Übungen zu Theoretischer Physik II (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch. In der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Theoretische Physik I sowie Mathematik I, II und III.
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Theoretischer Physik II (V): 6 LP b) Übungen zu Theoretischer Physik II (Ü): 3 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	9 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Statistik und Thermodynamik (Th. Physik III)
Sigle	PHY-T3
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.
Inhalte	• Zustands- und Prozessgrößen • Entropie • Hauptsätze und Kreisprozesse • Thermodynamische Potentiale und Zustandsgleichungen • Phasengleichgewichte • Reine und gemischte Zustände, Ensemble • Dichteoperator, Liouville-Gleichung • Gleichgewichtsverteilungen • Gleichverteilungssatz und Virialsatz • Ideale Fermi- und Bosegase, Spinsysteme • Fluktuationen, Ausgleichsvorgänge, Onsager-Relationen
Lehr- und Lernformen	a) Theoretische Physik III (V): 4 SWS b) Übungen zu Theoretischer Physik III (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch. In der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Theoretische Physik I, Theoretische Physik II sowie Mathematik I bis IV.
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Theoretischer Physik III (V): 6 LP b) Übungen zu Theoretischer Physik III (Ü): 3 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	9 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

5. Wahlpflichtmodule der Chemie:

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Grundpraktikum in Organischer Chemie
Sigle	CHE 014 BC
Qualifikationsziele	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. 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) zielgerichtet anwenden und sich dadurch weiteres fachliches Wissen selbstständig aneignen.
Inhalte	Organisch chemische Reaktionen wie Additionsreaktionen, Substitutionsreaktionen, Eliminierungsreaktionen, Redoxreaktionen, Umlagerungsreaktionen sowie C-C- und C Heteroatomverknüpfungen. Verfahren zur Trennung, Reinigung und Trocknung wie Destillation, Kristallisation, Umkristallisation, Extraktion, Dünnschicht- und Säulenchromatographie. Analytische Methoden wie IR- und NMR-Spektroskopie
Lehr- und Lernformen	c) Einführung in die organisch-chemische Labortechnik (V): 0,5 SWS d) Grundpraktikum in Organischer Chemie (P): 5,5 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul CHE 081 A
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (präparative Arbeiten, Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle). (unbenotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Einf. in die organisch-chemische Labortechnik (V): 0,5 LP b) Grundpraktikum in Organischer Chemie (P): 5,5 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Anorganische Chemie III
Sigle	CHE 016
Qualifikationsziele	Studierende haben ein Verständnis der Komplex- und Molekülchemie sowie der Hauptgruppen-Organometallchemie erworben.
Inhalte	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
Lehr- und Lernformen	a) Anorganische Chemie III (V): 3 SWS b) Übungen zu Anorganischer Chemie III (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Anorganische Chemie II (V): 4,5 LP b) Übungen zur Anorganischer Chemie II (Ü): 1,5 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Rechtskunde und Toxikologie
Sigle	CHE 018
Qualifikationsziele	Studierende haben den Sachkundenachweis gemäß § 5 ChemVerbotsV erworben. Dies umfasst den Erwerb von Rechtsgrundlagen, die für die Praxis im Studium und Beruf unumgänglich sind sowie von Grundkenntnissen aus dem Bereich der Toxikologie
Inhalte	Allgemeine Rechtskunde, Gefahrstoffrecht, Pflanzenschutz-/Biozidrecht, allgemeine und spezielle Toxikologie einschließlich Verständnis von Wirkungsmechanismen toxischer Substanzen Rechtskunde: a) Basis aus dem Allgemeinen Recht b) Rechtshierarchie c) Aktuelles europäisches und deutsches Chemikalien- und Gefahrstoffrecht d) Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen e) Toxikologische Begriffe und Vorschriften im Gefahrstoffrecht f) Rechtsregeln und Hilfsmittel zur Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen, Gefährdungsbeurteilung und Gefahrenabwehr. g) Aktuelle Beispiele der Eigenschaften und Wirkungen einiger gefährlicher, bedeutender Einzelstoffe und Stoffgruppen Toxikologie: i) Toxikokinetik j) Metabolismus k) Kanzerogenese l) Schädigungsmechanismen
Lehr- und Lernformen	a) Rechtskunde für Chemiker (V): 1 SWS b) Toxikologie für Chemiker (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Rechtskunde für Chemiker (V): 1,5 LP b) Toxikologie für Chemiker (V): 1,5 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Einführung in die Biochemie
Sigle	CHE 008
Qualifikationsziele	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. 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.
Inhalte	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.
Lehr- und Lernformen	Einführung in die Biochemie (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	Einführung in die Biochemie: 3 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Biochemie – Vorlesungsmodul
Sigle	CHE 021 A
Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen allgemeine Bausteine der Biochemie wie Proteine und Nukleinsäuren in Struktur und Funktion sowie zelluläre Strukturen.
Inhalte	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 Expressionssysteme vorgestellt.
Lehr- und Lernformen	a) Biochemie/Molekularbiologie (V): 2 SWS b) Biochemische Analytik (S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Modul CHE 008
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Biochemie/Molekularbiologie (V): 3 LP b) Biochemische Analytik (S): 3 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Biochemie – Praktikumsmodul
Sigle	CHE 021 B
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.
Inhalte	Es werden moderne Methoden der Proteinreinigung und Analytik (SDS-PAGE, Western-Blot, ELISA) sowie der Molekularbiologie (PCR, Southern-Blot, Klonierung, Mutagenese) praktisch angewendet.
Lehr- und Lernformen	a) Biochemisches Praktikum (P): 5 SWS 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.
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	CHE 021 A Biochemie Vorlesungsmodul
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Kolloquium (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Biochemisches Praktikum (P): 6 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommer- und Wintersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie
Sigle	CHE 007
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	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. 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. Chemische Prozesse in Beispielen: vom Rohstoff zum Endprodukt unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Auswirkungen. Grundlagen der Maßstabsvergrößerung. Einführung in die Kinetik chemischer Reaktionen und die technische Katalyse. Einführung in die Grundoperationen, z. B. Mischen und Rühren. Die Vorlesung ist so aufgebaut, dass ausreichend Zeit zur Diskussion und gemeinschaftlicher Aneignung des Stoffes vorhanden ist.
Lehr- und Lernformen	a) Einführung in die Technische Chemie (V): 1,25 SWS b) Einführung in die Makromolekulare Chemie (V): 1,25 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Einführung in die Technische Chemie (V): 2 LP b) Einführung in die Makromolekulare Chemie (V): 2 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	4 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Makromolekulare Chemie
Sigle	CHE 022 A
Qualifikationsziele	Weiterführende Kenntnisse zum Verständnis der Makromolekularen Chemie in der Synthese und Eigenschaften, bzw. Verarbeitung von Polymeren.
Inhalte	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.
Lehr- und Lernformen	a) Makromolekulare Chemie (V): 3 SWS b) Übungen zur Makromolekularen Chemie (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Makromolekulare Chemie (V): 4,5 LP b) Übungen zur Makromolekularen Chemie (Ü): 1,5 SWS
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Titel	Quantenchemie I
Sigle	CHE 134
Qualifikationsziele	Solides Grundwissen theoretische Chemie und Quantenchemie, insbesondere Hartree-Fock-Theorie.
Inhalte	- Grundlagen der Quantenmechanik - Operatoren und Observablen, Erwartungswerte, zeitabhängige und zeitunabhängige Schrödingergleichung - Konstruktion des Hamiltonoperators für Moleküle - Born-Oppenheimer-Näherung - Pauli-Prinzip - Näherungsansätze für die Wellenfunktion (Hartree-Produkt, Slaterdeterminante, Spin- und Raumorbitale) - Interpretation der Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsdichte - Variationsprinzip - Störungstheorie - Atomare Einheiten - Mathematische Einführung: - Vektoren - Matrizen - Determinanten – Unitäre Transformationen - Eigenwertgleichungen - Lineare Operatoren - Hartree-Fock-Theorie - Definition von Slater-Determinanten über den Antisymmetrisierungsoperator - Erwartungswerte und Matrixelemente von Ein- und Zweiteilchenoperatoren für Slaterdeterminanten (insbesondere Energieerwartungswert) - Coulomb- und Austauschintegrale - Coulomb-, Austausch- und Fock-Operator - Ableitung des Hartree-Fock-Gleichungen anhand des Variationsprinzips - Invarianz von Erwartungswerten unter unitären Transformationen der Orbitale - Koopmans Theorem - Brillouin-Theorem - Hartree-Fock-Theorie für Closed-Shell-Systeme (Restricted Hartree-Fock (RHF)) - Hartree-Fock-Gleichungen in Basisdarstellung – Dichtematrix - Fockmatrix – Symmetrische Orthogonalisierung der Basis - Self-Consistent-Field-Algorithmus - Moleküleigenschaften aus Hartree-Fock-Theorie in Basisdarstellung; Populationsanalyse - Hartree-Fock-Theorie für Open-Shell-Systeme (Unrestricted Hartree-Fock (UHF)) - Basissätze in praktischen quantenchemischen Berechnungen - Einführung Moller-Plesset-Störungstheorie und Dichtefunktionaltheorie (DFT)
Lehr- und Lernformen	- Quantenchemie I (V): 2 SWS - Übungen zur Quantenchemie I (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch

Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Modulabschluss	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern	a) Quantenchemie I (V): 3 LP b) Übungen zur Quantenchemie I (Ü): 3 LP
Gesamtarbeitsaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Lehrformen: (V) = Vorlesung, (Ü) = Übungen, (S) = Seminar, (P) = Praktikum, (Pr) = Projekt
Allgemein: SWS= Semesterwochenstunden, LP = Leistungspunkt(e)

**Zu § 23
Inkrafttreten**

Diese Fachspezifischen Bestimmungen treten am Tag nach der Veröffentlichung als Amtliche Bekanntmachung der Universität Hamburg in Kraft. Sie gelten erstmals für Studierende, die ihr Studium zum Wintersemester 2026/2027 aufnehmen.

Hamburg, den 02. September 2026
Universität Hamburg