



Bachelor of Science Nanoscience

Modulhandbuch
Stand September 2021

Ansprechpartner:

Frau Jutta Gutser-Bleuel
Fachbereich Chemie
Telefon 07533/88-2816
Email jutta.gutser-bleuel@uni.kn

– chemie.uni.kn

Inhalt

Qualifikationsziele	3
Pflichtmodul 1: Allgemeine und Anorganische Chemie	5
1.1 Allgemeine Chemie	5
1.2 Anorganische Chemie I	6
1.3 Praktikum Anorganisch-Analytische Chemie	6
Pflichtmodul 2: Mathematik	8
2.1 Mathematik I	8
2.2 Mathematik II	9
Pflichtmodul 3: Physik	10
3.1: Physik I	10
3.2: Physik II	11
3.3: Physikpraktikum	11
Pflichtmodul 4: Organische Chemie	13
4.1 Organische Chemie I	13
4.2 Organische Chemie II	14
4.3 Praktikum Organische Chemie	14
Pflichtmodul 5: Physikalische Chemie I	16
5.1 Physikalische Chemie Ia	16
5.2 Physikalische Chemie Ib	17
5.3 Praktikum Physikalische Chemie	18
Pflichtmodul 6: Physikalische Chemie II	20
Pflichtmodul 7: Chemische Materialwissenschaften	22
Pflichtmodul 8: Anorganische Chemie II	23
8.1 Molekülchemie der Nichtmetalle	23
8.2 Praktikum Anorganische Chemie II	24
8.3 Koordinationschemie und Metallorganische Chemie	24
Pflichtmodul 9. Festkörperchemie	26
9. 1Grundlagen der Festkörperchemie	26
9.2 Fortgeschrittene Festkörperchemie	27
Pflichtmodul 10: Physikalische Chemie III	28

10.1 Physikalische Chemie IIIa	28
10.2 Physikalische Chemie IIIb	29
Pflichtmodul 11: Grundlagen der Polymerchemie	31
11.1 Grundlagen der Polymerchemie	31
11.2 Praktikum Polymerchemie	32
Pflichtmodul 12: Physikalische Chemie IV	33
12.1 Physikalische Chemie IVa	33
12.2 Physikalische Chemie IVb	34
Pflichtmodul 13: Anorganische Materialien und Nanotechnologie	36
13.1 Anorganische Materialien und Nanotechnologie	36
13.2 Praktikum Anorganische Materialien und Nanotechnologie	36
Pflichtmodul 14: Materialanalytik	38
Pflichtmodul 15: Kolloidchemie	40
15.1 Kolloidchemie	40
15.2 Praktikum Kolloidchemie	41
Pflichtmodul 16: Physikalische Chemie der Polymere	42
Pflichtmodul 17: Toxikologie und Rechtskunde	43
17.1 Toxikologie	43
17.2 Rechtskunde (Patentrecht und Umweltrecht)	44
Wahlpflichtmodul 18: Schlüsselqualifikationen	45
Pflichtmodul 19: Bachelorarbeit	46

Qualifikationsziele

Bachelor of Science Nanoscience

Mit dem Studiengang Nanoscience werden fundierte Fähigkeiten im Bereich der Herstellung und Untersuchung von Materialien sowie ein fundiertes Verständnis zu Eigenschaften und Funktionsprinzipien von Materialien vermittelt. Der Studiengang richtet sich an naturwissenschaftlich begabte Abiturienten mit einem Interesse für die Kombination von kreativer praktischer Tätigkeit und grundlegender chemisch-physikalischer Erkenntnis.

Neben der Vermittlung theoretischer Kenntnisse nimmt die praktische Ausbildung im Labor einen großen Platz ein. Der Studiengang Nanoscience ist als konsekutiver Bachelor-Masterstudiengang konzipiert. Durch das Zusammenspiel von theoretischen Kenntnissen und praktischen Tätigkeiten werden Fähigkeiten im Bereich der Problemlösung vermittelt, die auch in fachfremden Gebieten angewendet werden können. Zur Ausbildung gehört die Präsentation von Ergebnissen.

Der Studiengang folgt dem Konzept der Vermittlung einer soliden, breiten Ausbildung mit einem gleichzeitig klaren Profil. In der Konzeption des Studiengangs Nanoscience wird zum Teil auf bereits bestehende Veranstaltungen des Bachelorstudiengangs Chemie zurückgegriffen, zu einem maßgeblichen Teil wurden ab dem 3. Semester neue Module mit Praktika geschaffen, die es vorher im Studiengang Bachelor Chemie nicht gab. Dazu zählen:

- Modul 7: Chemische Materialwissenschaften
- Modul 11: Grundlagen der Polymerchemie
- Modul 13: Anorganische Materialien und Nanotechnologie
- Modul 14: Materialanalytik
- Modul 15: Kolloidchemie
- Modul 16: Physikalische Chemie der Polymere

Der Studiengang Nanoscience besitzt interdisziplinären Charakter bei gleichzeitiger Schwerpunktsetzung auf die Methodik der präparativen Synthese in allen relevanten Bereichen der Chemie, sowie des Verständnisses physikalisch-chemischer Zusammenhänge, gefolgt von der Erarbeitung einer breiten Expertise im Bereich der Materialchemie.

Im Rahmen des vorgesehenen Curriculums werden zunächst Grundlagen im Bereich der Chemie gelegt (Semester 1-3). Da diese unbedingt vor den weiterführenden Veranstaltungen im Master Bereich absolviert werden müssen, ist eine stringente Reihenfolge der Module vorgesehen. Den Studenten wird für jedes Semester ein Stundenplan vorgeschlagen.

Die Studierenden sind im Rahmen der zu absolvierenden Pflichtveranstaltungen zeitlich ausgelastet. Daher wurde auf zusätzliche Wahlpflichtveranstaltungen verzichtet. Wahlmöglichkeiten bestehen im Rahmen der Schlüsselqualifikationen (Semester 1-3), dem Zeitpunkt der Bachelorarbeit und deren thematischer Ausrichtung.

Ziel des Masterstudiums ist es, die Studierenden auf eine Karriere in der universitären und außeruniversitären Grundlagenforschung (Promotion) vorzubereiten. Tätigkeitsfelder finden Absolventinnen und Absolventen in der Elektrobranche z.B. in Unternehmen, die Mikrobausteine produzieren, bei Herstellern von Instrumenten der Mess- und Sensortechnik sowie in der Entwicklung von optischen oder medizintechnischen Geräten. Auch in Firmen der keramischen und chemischen Industrie oder in Betrieben des Metallbaus und in Gießereien werden Anstellungen gefunden. Absolventen und Absolventinnen forschen und entwickeln neue Materialien wie Kunststoffe aber auch Biomaterialien, Farben und Lacke. Aufgrund der breitgefächerten und individuell unterschiedlichen Ausbildung stehen den Absolventen zahlreiche weitere Berufsfelder offen.

Pflichtmodul 1: Allgemeine und Anorganische Chemie**Studienprogramm/ Verwendbarkeit**

Bachelor Chemie, Nanoscience, Life Science

Credits 19 Credits**Dauer** zwei Semester**Anteil des Moduls an der Gesamtnote** 9,3 %**Modulnote** Die Modulnote ergibt sich zu zwei Dritteln aus der Note der Klausur und zu einem Drittel aus der Praktikumsnote. Die Klausur umfasst die Gebiete Allgemeine Chemie, Anorganische Chemie I und das Seminar zum Praktikum Anorganisch-Analytische Chemie. Die Klausur ist die Orientierungsprüfung.**Teilmodule** Allgemeine Chemie
Anorganische Chemie I
Praktikum Anorganisch-Analytische Chemie**Qualifikationsziele** In diesem Einführungskurs machen die Studierenden sich mit grundlegenden Methoden und Konzepten der Chemie vertraut und erwerben die erforderlichen Grundkenntnisse für die praktische Arbeit im Labor. Sie gewinnen eine erste Übersicht über die wichtigsten Verbindungstypen vor allem der metallischen Elemente und über deren Reaktionsverhalten. Sie erwerben Kenntnisse über die hiermit zusammenhängenden technischen Prozesse. Die Studierenden lernen ferner, das unterschiedliche Fällungs-, Redox-, und Komplexbildungs-Verhalten verschiedener Metallionen bei den gleichzeitig zu bearbeitenden qualitativen Analyseaufgaben auch praktisch anzuwenden.**1.1 Allgemeine Chemie****Dozent/in** Prof. Dr. Stefan Mecking**Lehrinhalte** Chemische Reaktionen und stöchiometrische Gesetze, Atomarer Aufbau der Materie, Ideales Gasgesetz, Relative und absolute Atom- und Molekülmassen, Atomaufbau und Kernumwandlungen, Energieumsatz chemischer Reaktionen, Triebkraft chemischer Reaktionen, Massenwirkungsgesetz, Löslichkeitsprodukt, Säure-Base-Reaktionen, Komplexbildungsgleichgewichte und gekoppelte Gleichgewichte, Redoxgleichgewichte und Oxidationszahlen, Reaktionskinetik und Katalysatoren, Bohr'sches Atommodell, Quantenmechanisches Atommodell, Elektronenkonfiguration und Aufbauprinzip des Periodensystems der Elemente, Periodische Eigenschaften der Elemente, Ionische Bindung, Kovalente Bindung: MO-Theorie, Metallische Bindung, Elektronegativität und Dipolmoment, Hybridorbitale und die räumliche Struktur von Molekülen, Valenzstrichformeln**Lehrform/SWS** Vorlesung 3 SWS, Übungen 2 SWS**Arbeitsaufwand**
Präsenzzeit 15 x 5 h = 75 h
Vor- und Nachbereitung 75 h
Klausurvorbereitung 30 h

Σ 180 h

Credits für diese Einheit	6 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Klausur, darin 1/3 der Aufgaben zu dieser Modul-Einheit.
Voraussetzungen	keine
Sprache	deutsch
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester
Empfohlenes Semester	1
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

1.2 Anorganische Chemie I

Dozent/in	Prof. Dr. Rainer Winter	
Lehrinhalte	Grundlagen der Chemie der Metalle der Hauptgruppen und der d-Block-Elemente: Vorkommen in der Natur, Gewinnung, Aufreinigung und Verwendung der Metalle in Technik und Industrie; die wichtigsten Verbindungen der Metalle und deren Bedeutung in Technik und Industrie, globale Verfügbarkeit, Nachhaltigkeit und ökologische Aspekte; charakteristische Reaktionen der Metalle und ihrer Verbindungen; Elektronenstruktur und chemische Bindung in ausgewählten Verbindungen inklusive von Metall-Metall-Mehrfachbindungen.	
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS	
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 15 × 2 h =	30 h
	<u>Nachbereitung und Klausurvorbereitung</u>	<u>60 h</u>
		Σ 90 h
Credits für diese Einheit	3 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Klausur Allgemeine und Anorganische Chemie: Darin 1/3 der Aufgaben zu dieser Moduleinheit. Die Klausur kann nur als Ganzes bestanden werden.	
Voraussetzungen	Keine	
Sprache	deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester	
Empfohlenes Semester	1	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

1.3 Praktikum Anorganisch-Analytische Chemie

Dozent/in	Prof. Dr. Stefan Mecking, Dr. Inigo Göttker
------------------	---

Lernziele	Erlernen grundlegender chemischer Operationen; Durchführung von Analysen nach Vorschrift; Beobachtung und Dokumentation des Experiments; Erkennen der Zusammenhänge zur Theorie; Verstehen und Vermeiden von Störungen; Ermittlung von Lösungsansätzen für Störungen; Selbständige Planung der Analysen und Zeitabläufe; Erfahrungsaustausch mit Kommilitoninnen und Kommilitonen.	
Lehrinhalte	Einführung in die Laborpraxis (Sicherheit im Labor, Protokollführung, Benutzung der Waagen und Geräte) • 4 volumetrische Analysen • 2 gravimetrische und 1 elektrogravimetrische Analyse • 5 qualitative Anionen- und Kationen-Analysen.	
Lehrform/SWS	Praktikum 11 SWS, Seminar 2 SWS	
Arbeitsaufwand	Seminar 15 x 2 h =	30 h
	Vor- und Nachbereitung	30 h
	Praktikum 32 x 6 h	192 h
	Klausurvorbereitung (Praktikumsteil)	30 h
		Σ 282 h
Credits für diese Einheit	10 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Klausur, darin 1/3 der Aufgaben zu dieser Modul-Einheit. Bewertung der qualitativen (5) und quantitativen (7) Analysen und drei Kolloquien im Praktikum.	
Voraussetzungen	keine	
Sprache	deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester	
Empfohlenes Semester	1	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

Pflichtmodul 2: Mathematik

Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Chemie, Bachelor Life Science, Bachelor Nanoscience

Dozent	Herr Dr. Stefan Frei
Credits	10
Dauer	zwei Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	4,9 %
Modulnote	Die Prüfung des Moduls besteht aus zwei Klausuren, die separat bestanden werden müssen. Werden entweder eine oder beide Klausuren auch im 1. Wiederholungsversuch nicht bestanden, erfolgt die 2. Wiederholungsprüfung in Form einer mündlichen Prüfung über die Modulteile, die nicht bestanden wurden. Die Modulnote setzt sich aus dem gewichteten (60/40) arithmetischen Mittel der Klausurnoten bzw. einer etwaigen mündlichen 2. Wiederholungsprüfung zusammen. Umfasst die 2. Wiederholungsprüfung beide Modulteile, so stellt die Note der 2. Wiederholungsprüfung die Gesamtnote des Moduls dar.
Teilmodule	2.1 Mathematik I 2.2 Mathematik II
Qualifikationsziele	Vermittlung der mathematischen Grundlagen zur Beschreibung chemischer und physikalischer Prozesse. Schulung des analytisch problemlösenden Denkvermögens. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit mathematische Aufgaben mit erlernten und eingeübten Verfahren zu lösen, Aufgaben aus der Chemie und Physik darauf zu untersuchen, ob sie mathematischen Methoden zugänglich sind und gegebenenfalls mathematische Modelle zu formulieren, sowie Nutzen und Grenzen der mathematischen Modelle zu erkennen.

2.1 Mathematik I

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Zahlen, - Kombinatorik - Vektoranalysis - Funktionen (ein- und mehrdimensional) - Folgen, Reihen, Grenzwerte - spezielle Funktionen - komplexe Zahlen - Differentialrechnung (ein- und mehrdimensional) - Integralrechnung (eindimensional) - Anwendungen der Differential- und Integralrechnung - Approximation von Funktionen (Taylorpolynome und Taylorreihen, ein- und mehrdimensional) 	
Lehrform/SWS	Vorlesung 3 SWS, Übungen 2 SWS	
Arbeitsaufwand	Vorlesung: 15 Wochen x 3 SWS	45 h
	Vor- und Nachbereitung 1.5 h/Kontaktstd.:	22.5 h
	Übungen: 15 Wochen x 2 SWS	30 h
	Hausaufgaben: 14 Wochen x 3.5 SWS	49 h
	Klausuren inkl. Vorbereitung	30 h
	Summe:	< 180 h

Credits für diese Einheit	6 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur am Semesterende
Voraussetzungen	keine
Sprache	deutsch
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester
Empfohlenes Semester	1
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

2.2 Mathematik II

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Skalare Differentialgleichungen - Matrizenrechnung - lineare Gleichungssysteme und Datenanpassung - Determinanten - lineare Abbildungen - Eigenwerte und Eigenvektoren - lineare Differentialgleichungssysteme - Matrixexponentialfunktion - Kurvenintegrale und Bereichsintegrale 	
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS	
Arbeitsaufwand	Vorlesung: 15 Wochen x 2 SWS Vor- und Nachbereitung: 15 Wochen x 1 SWS Übungen: 15 Wochen x 1 SWS Hausaufgaben: 14 Wochen x 2.5 SWS Klausur inkl. Vorbereitung Summe:	30 h 15 h 15 h 35 h 20 h < 120 h
Credits für diese Einheit	4 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur am Semesterende	
Voraussetzungen	Empfohlen: Mathematik I	
Sprache	deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Empfohlenes Semester	2	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

Pflichtmodul 3: Physik	
Studienprogramm/ Verwendbarkeit Bachelor Chemie, Bachelor Nanoscience	
Dozent/in	Herr apl. Prof. Dr. Johannes Boneberg, Herr Dr. Bernd-Uwe Runge
Credits	12
Dauer	zwei Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	5,9 %
Modulnote	Die Modulnote ergibt sich aus der Note der Klausur (3.1 und 3.2).
Teilmodule	3.1 Physik I 3.2 Physik II 3.3 Physikpraktikum
Qualifikationsziele	Die Studierenden sollen -Kenntnisse über die grundlegenden Phänomene und Prinzipien der Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre und des Magnetismus besitzen, -Grundbegriffe und Erhaltungssätze beherrschen, -die Phänomene mathematisch beschreiben und Lösungen für einfache Aufgaben entwickeln können, -einfache Versuche selbständig durchführen und auswerten können, -wichtige Grundlagen guter wissenschaftlicher Praxis anhand der eigenen Arbeit kennenlernen, -Messdaten kritisch bewerten und eine Messunsicherheitsanalyse durchführen können.

3.1: Physik I

Dozent/in	Herr apl. Prof. Dr. Johannes Boneberg	
Lehrinhalte	Mechanik von Massenpunkten: Raum und Zeit, Newtonsche Axiome, Kinematik, Energieerhaltungssatz, Impulserhaltungssatz, Drehimpulserhaltung, Drehbewegung starrer Körper, beschleunigte Bezugssysteme, Gravitation. Mechanische Eigenschaften von Kontinua (Festkörper, Flüssigkeiten, Gase) Schwingungslehre Optik: geometrische Optik, Linsen und optische Instrumente, Wellenoptik, Interferenz, Auflösungsvermögen optischer Instrumente, polarisiertes Licht, Photoeffekt.	
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS	
Arbeitsaufwand	Vorlesung Kontaktstd.: 4 SWS * 20 Wochen Vor- und Nachbereitung 2 h / Woche Übungen 1SWS * 20 Wochen Vorbereitung Übungen 3SWS * 20 Wochen Klausurvorbereitung Klausur	80 h 40 h 20 h 60 h 40 h 2 h
Credits für diese Einheit	6 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur am Ende des Sommersemesters über die Module 3.1 Physik I und 3.2 Physik II. Im Wintersemester gibt es keine Klausur.	

Voraussetzungen	keine
Sprache	deutsch
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester
Empfohlenes Semester	1
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

3.2: Physik II

Dozent/in	Herr apl. Prof. Dr. Johannes Boneberg	
Lehrinhalte	Elektrostatik: Ladungsverteilungen, elektrisches Feld, Gleichströme. Magnetismus: Lorentz-Kraft, Magnetfeld bewegter Ladungen, magnetische Induktion, Hall-Effekt, Magnetismus in Materie, Wechselströme, Halbleiterbauelemente, Einführung in die Kernphysik, alpha-, beta- und gamma-Strahlung	
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS	
Arbeitsaufwand	Vorlesung	
	Kontaktstd.: 4 SWS * 20 Wochen	80 h
	Vor- und Nachbereitung 2 h / Woche	40 h
	Übungen 1SWS * 20 Wochen	20 h
	Vorbereitung Übungen 3SWS * 20 Wochen	60 h
	Klausurvorbereitung	40 h
	Klausur	2 h
Credits für diese Einheit	4 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	<u>Eine</u> Klausur am Ende des Sommersemester über die Module 3.1 Physik I und 3.2 Physik II.	
Voraussetzungen	keine	
Sprache	deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Empfohlenes Semester	2	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

3.3: Physikpraktikum

Dozent/in	Herr Dr. Bernd-Uwe Runge
Lehrinhalte	Mechanik: Energieerhaltungssatz, Impulserhaltungssatz, Drehimpulserhaltung, Drehbewegung starrer Körper. Schwingungslehre: freie, gedämpfte und erzwungene Schwingungen, Resonanz, Kopplung von Oszillatoren Optik: geometrische Optik, Linsen und optische Instrumente, Wellenoptik, Interferenz, Auflösungsvermögen optischer Instrumente, Lichtstreuung, polarisiertes Licht. Elektromagnetische Wellen

Richtlinien guter wissenschaftlicher Praxis
Messunsicherheitsanalyse

Lehrform/SWS	Praktikum 2 SWS
Arbeitsaufwand	Praktikum Einführung in die Fehlerrechnung 6 h Kontaktstd.: 6 Versuchstage zu je 3 h 18 h Vorbereitung 2 h / Versuch 12 h Ausarbeitungen 7 h / Versuch 42 h Kolloquiumsvorbereitung 1 h / Versuch 6 h Kolloquium 1 h
Credits für diese Einheit	2 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Versuchsausarbeitungen, Kolloquium zum Praktikum.
Voraussetzungen	keine
Sprache	deutsch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	2
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

Pflichtmodul 4: Organische Chemie**Studienprogramm/ Verwendbarkeit**

Bachelor Chemie, Life Science, Nanoscience

Credits	20
Dauer	Zwei Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	9,8 %
Modulnote	In die Modulnote gehen die Noten der Klausuren Organische Chemie I und Organische Chemie II mit jeweils 50% ein. Jede Klausur muss separat bestanden sein.
Teilmodule	4.1 Organische Chemie I 4.2 Organische Chemie II 4.3 Praktikum Organische Chemie
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben grundlegende und vertiefende Kenntnisse der Organischen Chemie. Diese umfassen die Struktur und Reaktivität gängiger Stoffklassen sowie ein grundlegendes Verständnis organischer Reaktionsmechanismen. Weiterhin erlernen sie grundlegende präparative Arbeitstechniken der Organischen Chemie unter Berücksichtigung der Arbeitsplatzsicherheit und dem Umgang mit Gefahrstoffen. Sie werden in die Lage versetzt, einfache Synthesewege selbständig zu entwickeln und in die Praxis umzusetzen.

4.1 Organische Chemie I

Dozent/in	Prof. Dr. V. Wittmann	
Lehrinhalte	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Organische Chemie. Im Mittelpunkt stehen die Struktur (Konstitution, Konfiguration, Konformation) und Reaktivität organischer Moleküle. Ebenfalls behandelt werden ihre Nomenklatur und ihre physikalischen und biologisch-medizinischen Eigenschaften. Zu den Substanzklassen, die vorgestellt werden, gehören: Alkane, organische Halogenverbindungen, Alkohole, Phenole, Ether, Alkene, Alkine, Aromaten, Aldehyde und Ketone sowie Carbonsäuren und ihre Derivate.	
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS	
Arbeitsaufwand	Vorlesung: 15 Wochen x 4 SWS	60 h
	Vor- und Nachbereitung: 1.25 h/Kontaktstd.	75 h
	Übungen: 15 Wochen x 2 SWS	30 h
	Vor- und Nachbereitung: 1 h/Kontaktstd.	15 h
	Klausur inkl. Vorbereitung	30 h
		Σ 210 h
Credits für diese Einheit	7 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Klausur, zweistündig	

Voraussetzungen	Keine
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	2
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

4.2 Organische Chemie II

Dozent/in	Prof. Dr. Tanja Gaich	
Lehrinhalte	Aufbauend auf der Modul-Einheit Organische Chemie I, werden die folgenden Themen unter mechanistischen Gesichtspunkten behandelt: Homolytischer Bindungsbruch; Radikalreaktionen; Grundlagen der Stereochemie; Nucleophile aliphatische Substitution; Eliminierungsreaktionen; Additionsreaktionen; Pericyclische Reaktionen; Oxidationen; Reduktionen; Carbonylreaktionen: Carbonyle + Nucleophile; Carbonylreaktionen: C-C Bindungsknüpfung; Umlagerungen	
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS	
Arbeitsaufwand	Vorlesung: 15 Wochen x 4 SWS	60 h
	Vor- und Nachbereitung: 1.5 h/Kontaktstd.	90 h
	<u>Klausur inkl. Vorbereitung</u>	<u>30 h</u>
		Σ 180 h
Credits für diese Einheit	6 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Klausur, zweistündig	
Voraussetzungen	Empfohlen: Organische Chemie I	
Sprache	Deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester	
Empfohlenes Semester	3	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

4.3 Praktikum Organische Chemie

Dozent/in	Prof. Dr. T. Gaich, Dr. T. Huhn
Lehrinhalte	Das Praktikum behandelt grundlegende Aspekte der präparativen Organischen Chemie an Hand einfacher ein- und mehrstufiger Synthesen aus dem Themenkreis Substitutionsreaktionen (radikalisch, nukleophil, elektrophil an Aliphaten und Aromaten), Additions- und Eliminierungsreaktionen, Oxidations- und Re-

duktionsreaktionen, Reaktionen der Carbonylverbindungen sowie Umlagerungen. Einfache Grundlagen der Strukturermittlung werden an Hand der Interpretation von ^1H -, ^{13}C -NMR- und GC-MS-Spektren ausgewählter Verbindungen vermittelt. In begleitenden Kolloquien wird in den Modulen Organische Chemie I & II erworbenes Wissen über essentielle Reaktionsmechanismen und Stoffeigenschaften vertieft.

Lehrform/SWS	8 SWS	
Arbeitsaufwand	<u>Praktikum</u>	
	Kontaktstd.: 15 Wochen x 10 SWS	100 h
	Protokolle:	15 h
	<u>Kolloquien inkl. Vorbereitung</u>	70 h
		Σ 185 h
Credits für diese Einheit	7	
Studien/ Prüfungsleistung	Die Moduleinheit ist bestanden, wenn alle Teilleistungen (Präparate, Protokolle und Kolloquien) erbracht wurden.	
Voraussetzungen	Empfohlen "Allgemeine und Anorganische Chemie" sowie bestandene Moduleinheit "Organische Chemie I"	
Sprache	Deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester	
Empfohlenes Semester	3	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

Pflichtmodul 5: Physikalische Chemie I

Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Chemie und Nanoscience

Credits 16

Dauer zwei Semester

Anteil des Moduls an der Gesamtnote 7,8 %

Modulnote Die Modulnote setzt sich zu zwei Dritteln aus der Klausurnote und zu einem Drittel aus der Praktikumsnote zusammen.

Teilmodule 5.1 Physikalische Chemie Ia
5.2 Physikalische Chemie Ib
5.3 Praktikum Physikalische Chemie

Qualifikationsziele Theoretische Chemie: Einführung in Quantenmechanik und Molekülorbitale
Die Studenten kennen die Grundzüge der Quantenmechanik. Sie beherrschen den Umgang mit abstrakten Modellen, kennen die Bedeutung der mathematischen Beschreibung als Bindeglied zwischen Experiment und Modell und können diese anhand grundlegender physikochemischer Zusammenhänge anwenden. Die Studierenden kennen auch die Grundlagen der molekularen Quantenmechanik und sind in der Lage, diese auf einfache Fragestellungen der organischen und anorganischen Chemie anzuwenden. Dabei sind sie in der Lage, einfache Differentialgleichungen zu lösen und die Zusammenhänge mit der Molekülspektroskopie zu erkennen

5.1 Physikalische Chemie Ia

Dozent/in Prof. Dr. H. Cölfen, Prof. M. Drescher, Prof. K. Hauser, Prof. C. Peter, Prof. A. Zumbusch

Lehrinhalte

- Grundlagen der Quantenmechanik: Wellen und Wellenfunktionen, Axiome der Quantentheorie, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und mathematisches Gerüst
- Quantensysteme: Zustände und ihre zeitliche Entwicklung, Eigenschaften von Hamiltonoperatoren,
- Modelle
- Systeme mit einem Freiheitsgrad: Ein Teilchen im Kasten, im harmonischen Potential und auf einer geschlossenen Kreisbahn, stationäre Zustände, Energien und Erwartungswerte des Hamiltonoperators.
- Systeme mit mehreren Freiheitsgraden: unabhängige und halb-abhängige Freiheitsgrade, Kasten und harmonischer Oszillator in mehreren Dimensionen, Drehimpulse und Rotationen, Spin, Zustände und Eigenwerte für Drehimpulsoperatoren
- Wasserstoffähnliche Systeme: die Abtrennung der Translations- und Rotationsfreiheitsgrade, Atomorbitale
- Wechselwirkung zwischen Materie und elektromagnetischer Strahlung, Ausblick auf die Grundlagen der Spektroskopie
- Mehrelektronensysteme: Born-Oppenheimer-Approximation, die Elektronenhülle, Pauli- und Aufbauprinzip, Mehrelektronenkonfigurationen
- Moleküle und chemische Bindung: Das H_2^+ -System, frei bewegliche Elektronen im Molekülgerüst, Linearkombinationen von Atomorbitalen, zweiatomige (auch heteroatomare) Moleküle und semiempirische Verfahren am Beispiel der Hückel-Theorie (z. B. N_2 , CO)

Freies Elektronengas, Moleküle, Verfeinerung des Teilchen-im-Kasten-Modells

- Hückel-Theorie mehratomiger Moleküle - Grundlagen und Anwendungen (Ladungsdichten, Bindungsordnungen)

- Variationsrechnung

Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	[angegeben in Stunden (1 Cr entspricht einem zeitlichen Aufwand von 25-30 h) möglichst aufgeteilt auf Kontaktzeiten und Selbststudium]
	<p>Vorlesung:</p> <p>Kontaktstunden 15 Wochen x 4 SWS 60 h</p> <p>Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde 60 h</p> <p>Übungen:</p> <p>Kontaktstunden 15 Wochen x 2 SWS 30 h</p> <p>Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde 30 h</p> <p><u>Klausurvorbereitung</u> 40 h</p> <p style="text-align: right;">Σ 220 h</p>
Credits für diese Einheit	7 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur über die Teilmodule 5.1 und 5.2
Voraussetzungen	Empfohlen Modul 1 Allgemeine und Anorganische Chemie, Modul 2 Mathematik
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	2
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

5.2 Physikalische Chemie Ib

Dozent/in	Prof. Dr. H. Cölfen, Prof. M. Drescher, Prof. K. Hauser, Prof. C. Peter, Prof. A. Zumbusch
Lehrinhalte	<p>-Grundbegriffe der Thermodynamik, Systeme, Zustands- und Prozessgrößen, Randbedingungen</p> <p>- Eigenschaften von Gasen, Zustandsgleichungen, Ideale Gase, Reale Gase</p> <p>- Erster Hauptsatz, Arbeit, Wärme, Innere Energie, Gleichverteilungssatz, Wärmekapazitäten, Enthalpie, Adiabatische Änderungen^[1]</p> <p>- Zweiter und dritter Hauptsatz, Energiedissipation, Entropie als Zustandsfunktion, Carnot-Prozesse^[1]</p> <p>- Allgemeine Gesetze des Gleichgewichts, Freie Enthalpie, Freie Energie, (Gibbs'sche Fundamentalgleichungen)</p> <p>- Statistische Beschreibung von Systemen</p> <p>- der Ensemblebegriff, das mikrokanonische Ensemble</p> <p>- das statistische Konzept der Entropie</p> <p>- das kanonische Ensemble</p> <p>- die Boltzmann Verteilung</p> <p>- der Gleichverteilungssatz</p>

- die Zustandssumme und ihre Beiträge
- thermodynamische Potentiale und ihre Zusammenhänge, das chemische Potential
- Physikalische Umwandlungen reiner Stoffe, Phasendiagramme, Stabilität von Phasen, Lage von Phasengrenzlinien^[L]_{SEP}]
- Thermodynamische Beschreibung einfacher Mischungen, partielle molare Größen, ideale Lösungen, ideal verdünnte Lösungen, kolligative Eigenschaften
- Chemische Gleichgewichte, Gleichgewichtskonstanten^[L]_{SEP}]
- Thermodynamische Grundlagen der Elektrochemie

Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS	
Arbeitsaufwand	[angegeben in Stunden (1 Cr entspricht einem zeitlichen Aufwand von 25-30 h) möglichst aufgeteilt auf Kontaktzeiten und Selbststudium]	
	Vorlesung:	
	Kontaktstunden 15 Wochen × 2 SWS	30 h
	Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde	30 h
	Übungen:	
	Kontaktstunden 15 Wochen × 1 SWS	15 h
	Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde	15 h
	Klausurvorbereitung	<u>20 h</u>
		Σ 110 h
Credits für diese Einheit	3 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur über die Teilmodule 5.1 und 5.2	
Voraussetzungen	Empfohlen: Modul 1 Allgemeine und Anorganische Chemie, Modul 2 Mathematik	
Sprache	Deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Empfohlenes Semester	2	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

5.3 Praktikum Physikalische Chemie

Dozent	Dr. J. Brunner, Dr. M. Winterhalder, Prof. H. Cölfen
Lehrinhalte	Erlernen experimenteller Methoden der Physikalischen Chemie aus dem gesamten Gebiet der Thermodynamik, der Elektrochemie und Teilen der Spektroskopie, beispielsweise <ul style="list-style-type: none"> - Das reale Verhalten der Materie - Mischphasen - Phasengleichgewichte

- chemisches Gleichgewicht
- Konduktometrie
- Potentiometrie
- Voltammetrie
- Reflexionsspektroskopie

Anwendung einfacher mathematischer Beziehungen für die Auswertung der Messergebnisse (z. B. lineare Regression) eines Praktikumsversuchs

Grundlagen guter wissenschaftlicher Praxis an der eigenen Arbeit kennenlernen

- Anfertigung von Praktikumsberichten
- Messdaten kritisch bewerten
- Messunsicherheitsanalysen durchführen
- Datenverarbeitung (z. B. Matlab, Origin)

Lehrform/SWS	Praktikum 8 SWS
Arbeitsaufwand	<p>neun in der Regel zu zweit durchzuführende Praktikumsversuche und die Bearbeitung eines Programmierversuchs mit Matlab 10 h</p> <p>Vorbereitung und Durchführung von neun Tests und eines Abschlusstests 50 h</p> <p>neun Versuchsdurchführungen 27 h</p> <p>Ausarbeitung und Anfertigung von neun Praktikumsberichten 90 h</p>
Credits für diese Einheit	6 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Tests vor Versuchsbeginn, benotete Versuchsdurchführung sowie ausgearbeitete und benotete Praktikumsberichte, ein Abschlusstest benotetes Matlabskript
Voraussetzungen	Empfohlen Modul I „Allgemeine und Anorganische Chemie“
Sprache	Deutsch/englisch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester/Wintersemester
Empfohlenes Semester	2 und 3
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

Pflichtmodul 6: Physikalische Chemie II	
Studienprogramm/ Verwendbarkeit Bachelor Chemie und Nanoscience	
Dozent/in	Prof. Dr. H. Cölfen, Prof. M. Drescher, Prof. K. Hauser, Prof. C. Peter, Prof. A. Zumbusch
Credits	4
Dauer	ein Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	2,0 %
Modulnote	Die Modulnote ergibt sich aus der Note der Klausur.
Teilmodule	Physikalische Chemie II
Qualifikationsziele	Chemische Thermodynamik, Statistische Thermodynamik: Die Studierenden erlernen die Grundlagen der chemischen Thermodynamik. Sie können thermodynamische Konzepte anwenden um experimentelle Situationen zu interpretieren und zu verstehen, und um qualitativ und quantitativ Eigenschaften und Verhalten stofflicher Systeme vorauszusagen. Die Studierenden erlernen die Konzepte der statistischen Thermodynamik. Sie verstehen den Zusammenhang der makroskopischen thermodynamischen Observablen und Gesetze mit einer statistischen Beschreibung atomarer und molekularer Systeme. Sie können einfache physikalisch-chemische Systeme und Vorgänge mittels statistischer molekularer Modelle erklären.
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Grundbegriffe der Thermodynamik, Systeme, Zustands- und Prozessgrößen, Randbedingungen - Eigenschaften von Gasen, Zustandsgleichungen, Ideale Gase, Reale Gase - Erster Hauptsatz, Arbeit, Wärme, Innere Energie, Gleichverteilungssatz, Wärmekapazitäten, Enthalpie, Adiabatische Änderungen^[1] - Zweiter und dritter Hauptsatz, Energiedissipation, Entropie als Zustandsfunktion, Carnot-Prozesse^[1] - Allgemeine Gesetze des Gleichgewichts, Freie Enthalpie, Freie Energie, (Gibbs'sche Fundamentalgleichungen) - Statistische Beschreibung von Systemen - der Ensemblebegriff, das mikrokanonische Ensemble - das statistische Konzept der Entropie - das kanonische Ensemble - die Boltzmann Verteilung - der Gleichverteilungssatz - die Zustandssumme und ihre Beiträge - thermodynamische Potentiale und ihre Zusammenhänge, das chemische Potential - Physikalische Umwandlungen reiner Stoffe, Phasendiagramme, Stabilität von Phasen, Lage von Phasengrenzlinien^[1] - Thermodynamische Beschreibung einfacher Mischungen, partielle molare Größen, ideale Lösungen, ideal verdünnte Lösungen, kolligative Eigenschaften - Chemische Gleichgewichte, Gleichgewichtskonstanten^[1] - Thermodynamische Grundlagen der Elektrochemie
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS
Arbeitsaufwand	Vorlesung:

Kontaktstunden	15 Wochen × 4 SWS	60 h
Vor- und Nachbereitung	1h/Kontaktstunde	60 h
Übungen:		
Kontaktstunden	15 Wochen × 2 SWS	30 h
Vor- und Nachbereitung	1h/Kontaktstunde	30 h
Klausurvorbereitung		<u>60 h</u>
Σ 240 h		

Studien/ Prüfungsleistung	Klausur, zweistündig
Voraussetzungen	Empfohlen: Modul 1 Allgemeine und Anorganische Chemie, Modul 2 Mathematik
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester
Empfohlenes Semester	3
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

Pflichtmodul 7: Chemische Materialwissenschaften													
Studienprogramm/ Verwendbarkeit Bachelor Nanoscience													
Dozent/in	Prof. Dr. Alexander Wittemann												
Credits	3												
Dauer	ein Semester												
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	1,5 %												
Modulnote	Die Lehrveranstaltungen zu diesem Modul werden mit einem unbenoteten Leistungsnachweis in Form eines Vortrages abgeschlossen.												
Teilmodule	Chemische Materialwissenschaften												
Qualifikationsziele	Erwerb von Grundlagen auf dem Gebiet der modernen Materialwissenschaften und Anwendung auf konkrete technische Fragestellungen												
Lehrinhalte	<p><u>Vorlesung:</u> Einführung in die chemischen Materialwissenschaften, Definitionen, Materialien: Klassifizierung und Eigenschaftsprofile, Materialverarbeitung (insbesondere Umform- und Urformverfahren sowie Materialveredelung), Materialprüfung (Prüfkörper, Zug- und Biegeversuch, Härte- und Schlagprüfung, Bruchmechanik, Schwing- und Kriechversuch), aktuelle Forschungsthemen (z.B. kolloidale Moleküle, plasmonische Nanopartikel), ausgewählte Themen der modernen Materialwissenschaften (z.B. bionische Materialien, Materialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe, Nanotoxizität)</p> <p><u>Übung:</u> Selbständige Erstellung einer Präsentation zu einer Thematik aus den Materialwissenschaften unter Anleitung; neben der Vermittlung ausgewählte Inhalte steht das Üben im freien Vortragen im Blickpunkt</p>												
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS												
Arbeitsaufwand	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Vorlesung: 15 Wochen x 2 SWS</td> <td style="text-align: right;">30 h</td> </tr> <tr> <td>Übung: 15 Wochen x 1 SWS</td> <td style="text-align: right;">15 h</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 0.67 h/Kontaktstd.</td> <td style="text-align: right;">20 h</td> </tr> <tr> <td>Nachbereitung Übung: 0.67 h/Kontaktstd.</td> <td style="text-align: right;">10 h</td> </tr> <tr> <td>Ausarbeitung Präsentation</td> <td style="text-align: right;"><u>15 h</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Σ 90 h</td> </tr> </table>	Vorlesung: 15 Wochen x 2 SWS	30 h	Übung: 15 Wochen x 1 SWS	15 h	Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 0.67 h/Kontaktstd.	20 h	Nachbereitung Übung: 0.67 h/Kontaktstd.	10 h	Ausarbeitung Präsentation	<u>15 h</u>		Σ 90 h
Vorlesung: 15 Wochen x 2 SWS	30 h												
Übung: 15 Wochen x 1 SWS	15 h												
Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 0.67 h/Kontaktstd.	20 h												
Nachbereitung Übung: 0.67 h/Kontaktstd.	10 h												
Ausarbeitung Präsentation	<u>15 h</u>												
	Σ 90 h												
Studien/ Prüfungsleistung	Leistungsnachweis in Form einer mündlichen Präsentation, welche als bestanden (4,0 oder besser) bewertet sein muss.												
Voraussetzungen	Empfohlen: Modul 1 Allgemeine Chemie												
Sprache	Deutsch												
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester												
Empfohlenes Semester	3												
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung												

Pflichtmodul 8: Anorganische Chemie II**Studienprogramm/ Verwendbarkeit**

Bachelor Chemie und Nanoscience

Credits 15**Dauer** zwei Semester**Anteil des Moduls an der Gesamtnote** 7,4 %**Modulnote** In die Modulnote gehen die Noten der Klausuren mit zwei Dritteln, die Note des Praktikums mit einem Drittel ein.**Teilmodule** 8.1 Molekülchemie der Nichtmetalle
8.2 Praktikum Anorganische Chemie II
8.3 Koordinationschemie und Metallorganische Chemie**Qualifikationsziele** In diesem Modul erwerben die Studierenden grundlegende Kenntnisse über die Synthese, Eigenschaften, Reaktionsweisen, Strukturen und die technische Bedeutung wichtiger anorganischer Verbindungen der Hauptgruppenelemente. Ferner werden sie anhand von MO-Betrachtungen ungewöhnliche Bindungstypen wie Mehrzentrenbindungen oder transannulare Wechselwirkungen oder Effekte kennenlernen und verstehen. In Teilmodul 8.2 werden sie mit den grundlegenden Konzepten der Strukturchemie, der Bindung und der Reaktivität sowie den elektronischen Eigenschaften von Übergangsmetallkomplexen und den wichtigsten Stoffklassen metallorganischer Komplexverbindungen vertraut gemacht. Übergreifend über beide Module werden die Studierenden den Zusammenhang zwischen den Elektronenstrukturen und den äußeren Strukturen polyedrischer Gerüstverbindungen der Haupt- und Nebengruppenelemente verstehen.Im praktischen Teil sollen die Studierenden anhand ein- und mehrstufiger Präparate grundlegende Arbeitstechniken (Schutzgastechnik, Handhabung luft- und feuchtigkeitsempfindlicher Substanzen) erlernen und mit verschiedenen spektroskopischen Untersuchungsmethoden zur Strukturaufklärung (wie IR-, NMR- und UV/Vis-Spektroskopie) vertraut gemacht werden.**8.1 Molekülchemie der Nichtmetalle****Dozent/in** Prof. Dr. Rainer Winter**Lehrinhalte** Stoffchemie der Hauptgruppenelemente: Elementmodifikationen; Darstellung der Elemente, Hydride, Halogenide, Chalkogenide und Nitride der Hauptgruppenelemente; technische Darstellung wichtiger Grundstoffe und deren Verwendung; intermolekulare Wechselwirkungen; Konzepte zur Erklärung und Vorhersage von Strukturen anorganischer Molekülverbindungen (VSEPR-Konzept und dessen Grenzen); ungewöhnliche chemische Bindungstypen und Effekte (Zwei Zentren-Zwei- bzw. -Vierelektronenbindung, hypervalente Verbindungen, transannulare Wechselwirkungen, negative Hyperkonjugation und anomerer Effekt, Clusterverbindungen), Effekt des inerten Elektronenpaares); paramagnetische Verbindungen (NO, NO₂, ClO₂...), „Grenzgänger“ zwischen ionischen und kovalenten Verbindungen**Lehrform/SWS** Vorlesung 3 SWS**Arbeitsaufwand** Kontaktstd.: 3 SWS * 15 Wochen 45 h
Vor- und Nachbereitung 1 h / Kontaktstd. 45 h

Credits für diese Einheit	4 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Klausur, zweistündig
Voraussetzungen	Empfohlen bestandenes Modul 1 „Allgemeine und Anorganische Chemie“
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	4
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

8.2 Praktikum Anorganische Chemie II

Dozent/in	Prof. Dr. Rainer Winter, Dr. Michael Linseis	
Lehrinhalte	Synthese und Charakterisierung von Präparaten aus dem Bereich der Hauptgruppen- und Koordinationschemie	
Lehrform/SWS	Praktikum 8 SWS	
Arbeitsaufwand	Praktikum bestehend aus den Teilen	
	- Synthese anorganischer bzw. metallorganischer Verbindungen	150 h
	- Vorbereitung auf die Testate	20 h
Credits für diese Einheit	6 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Präparate und Testate zum Praktikum	
Voraussetzungen	Empfohlen bestandenes Modul 4.4 „Grundpraktikum Organische Chemie“	
Sprache	Deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Empfohlenes Semester	4	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

8.3 Koordinationschemie und Metallorganische Chemie

Dozent/in	Prof. Dr. Rainer Winter
Lehrinhalte	Begrifflichkeit und Besonderheiten der Übergangsmetalle, Übersicht über die wichtigsten Liganden, Strukturen und Eigenschaften von Komplexen; Ligandtypen (σ -Donor-, σ -/ π -Donor- und σ -Donor/ π -Akzeptorliganden); Erklärung der elektronischen Struktur von Komplexen mittels der Ligandenfeld- und der MO-Theorie; Koordinationszahl und Koordinations-geometrie; Isomerie in Komplexen; optische und elektronische Eigenschaften von Komplexen; Reaktionsmechanismen (Substitutionen, elektrophiler und nukleophiler Angriff auf koordinierte Liganden, Cycloadditionen, Elektronentransfer-Reaktionen); Grundlagen der Metallorganischen Chemie: Carbonyl-,

Isonitril-, Sandwich- und Halbsandwichkomplexe; Synthese, Strukturen, MO-Theorie zur Bindungsbeschreibung, Reaktionen. Ferner werden beispielhaft Anwendungen von Übergangsmetallkomplexen in der Energiekonversion, Medizin, Sensorik und den Materialwissenschaften besprochen.

Lehrform/SWS	Vorlesung 3 SWS, Übungen 1 SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstd.: 4 SWS * 15 Wochen 60 h Vor- und Nachbereitung 1 h / Kontaktstd. 60 h
Credits für diese Einheit	5 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Klausur, zweistündig
Voraussetzungen	keine
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester
Empfohlenes Semester	5
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

Pflichtmodul 9. Festkörperchemie

Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Chemie und Nanoscience

Dozent/in	Frau Prof. Dr. Miriam Unterlass
Credits	10
Dauer	zwei Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	4,9 %
Modulnote	Die Modulnote ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Klausurnoten.
Teilmodule	9.1 Grundlagen der Festkörperchemie 9.2 Fortgeschrittene Festkörperchemie
Qualifikationsziele	Fachliche Kompetenzen: (i) Verständnis des Aufbaus harter kondensierter Materie, sowie der Zusammenhänge zwischen Aufbau, Eigenschaften und Anwendung fester Stoffe. (ii) Kenntnis der Grundlagen der Kristallographie und Fähigkeit kristalline Stoffe zu beschreiben und zu analysieren. (iii) Fähigkeit die Bindungssituation in Festkörpern, sowie die Ordnung in Festkörpern qualitativ vorherzusagen. (iv) Theoretische und praktische Grundkenntnisse der Synthese und Analyse von Festkörpern. Überfachliche Kompetenzen: Verständnis skalenabhängiger Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (unabhängig von chemischer Natur); Verwendung von Visualisierungs- und Strukturanalyse-Software (inkl. Datenarchitekturen); Verwendung von Forschungsdatenbanken;

9. 1 Grundlagen der Festkörperchemie

Lehrinhalte	Festkörper- vs. Molekülchemie; Struktur-Eigenschafts-Anwendungs-Beziehungen; Bindungssituation in Festkörpern; Bändermodell; Paulingsche Regeln; Berechnung von Gitterenergien; Intermolekulare Wechselwirkungen in Festkörpern; Kristallsysteme; Kristallklassen; Kristallmorphologie; Symmetrie und Symmetrieelemente (Punktsymmetrien; translationsbehaftete Symmetrien); Punktgruppen; Ebenengruppen; Raumgruppen; Symmetriegerüste; International Tables of Crystallography (Verständnis und Verwendung); Kurze Einführung in die Mineralogie; Kristallstrukturen von Metallen; Sol-Gel-Prozesse; Top-Down vs. Bottom-up Synthesen;
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	<ul style="list-style-type: none"> • Kontaktstunden Vorlesung+Übung: 15 Wochen x 4 SWS = 60 h • Vor- und Nachbereitung 1.5 h pro Kontaktstunde = 90 h • Insgesamt: 150 h
Credits für diese Einheit	5 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur am Ende des Semesters
Voraussetzungen	Empfohlen: Beständenes Modul 1; Beständenes Modul 4
Sprache	deutsch

Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	4
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

9.2 Fortgeschrittene Festkörperchemie

Lehrinhalte	Eigenschaften von Festkörpern; Tensoreigenschaften von Kristallen; Kristallographik; Mechanische Eigenschaften von Kristallen; Beugungsmethoden und Kristallstrukturbestimmung; Festkörperanalytik.
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	<ul style="list-style-type: none"> • Kontaktstunden Vorlesung+Übung: 15 Wochen x 4 SWS = 60 h • Vor- und Nachbereitung 1.5 h pro Kontaktstunde = 90 h • Insgesamt: 150 h
Credits für diese Einheit	5 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur am Ende des Semesters
Voraussetzungen	Empfohlen: Beständenes Modul 10.1 (Grundlagen der Festkörperchemie)
Sprache	deutsch
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester
Empfohlenes Semester	5
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

Pflichtmodul 10: Physikalische Chemie III

Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Chemie und Nanoscience

Dozent/in	Prof. Dr. H. Cölfen, Prof. M. Drescher, Prof. K. Hauser, Prof. C. Peter, Prof. A. Zumbusch
Credits	7
Dauer	ein Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	3,4 %
Modulnote	Die Modulnote ergibt sich aus der Note der Klausur. Es gibt eine Klausur über die Teilmodule 9.1 und 9.2.
Teilmodule	10.1 Physikalische Chemie IIIa 10.2 Physikalische Chemie IIIb
Qualifikationsziele	<u>Molekülorbitale, Spektroskopie, Symmetrie in der Chemie:</u> Die Studentinnen und Studenten erlernen Methoden zur Konstruktion von Molekülorbitalen. Sie können diese für anorganische und organische Moleküle ableiten. Auf dieser Basis erwerben sie Kenntnisse über die Grundlagen spektroskopischer Verfahren. Sie können diese anwenden, um spektroskopische Experimente aus den Bereichen elektronische Spektroskopie, Schwingungsspektroskopie und NMR Spektroskopie durchzuführen und einfache Daten zu analysieren. Die Studentinnen und Studenten erlernen, wie komplexe Probleme in Chemie und Spektroskopie durch den Einsatz von Symmetriebetrachtungen und von Gruppentheorie vereinfacht werden können. Sie können diese Kenntnisse zur Behandlung spektroskopischer und komplexchemischer Fragestellungen einsetzen.

10.1 Physikalische Chemie IIIa

Lehrinhalte	<p>Molekülorbitale</p> <ul style="list-style-type: none"> - mathematische Grundlagen quantenchemischer Verfahren: Variationsrechnung, Störungstheorie (zeitunabhängig mit und ohne Entartung; zeitabhängig) - Moleküle und chemische Bindung: Das H_2^+-System, frei bewegliche Elektronen im Molekülgerüst, Linearkombinationen von Atomorbitalen, zweiatomige Moleküle - Hückel-Theorie mehratomiger Moleküle: Grundlagen und Anwendungen (Ladungsdichten, Bindungsordnungen, Elektronenübergänge) <p>Spektroskopie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung quantenmechanischer Modellsystemen für die Spektroskopie - das Übergangsdipolmoment - Born-Oppenheimer Näherung - elektronische Spektroskopie: UV-Vis und Fluoreszenz - Schwingungsspektroskopie: IR und Raman - NMR Spektroskopie <p>Symmetrie in der Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Symmetrioperationen; Gruppentheorie; Punktgruppen; irreduzible Darstellungen - Anwendung der Gruppentheorie in der Spektroskopie - Anwendungen der Gruppentheorie in der Komplexchemie
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS

Arbeitsaufwand	Vorlesung:	
	Kontaktstunden 15 Wochen × 4 SWS	60 h
	Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde	60 h
	Übungen:	
	Kontaktstunden 15 Wochen × 2 SWS	30 h
	Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde	30 h
	Klausurvorbereitung	<u>60 h</u>
	Σ 240 h	
Credits für diese Einheit	4 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur über die Teilmodule 9.1 und 9.2	
Voraussetzungen	Empfohlen : Modul 1 Allgemeine und Anorganische Chemie, Modul 2 Mathematik	
Sprache	Deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Empfohlenes Semester	4	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

10.2 Physikalische Chemie IIIb

Lehrinhalte	<p>Molekülorbitale</p> <ul style="list-style-type: none"> - mathematische Grundlagen quantenchemischer Verfahren: Variationsrechnung, Störungstheorie (zeitunabhängig mit und ohne Entartung; zeitabhängig) - Moleküle und chemische Bindung: Das H₂⁺-System, frei bewegliche Elektronen im Molekülgerüst, Linearkombinationen von Atomorbitalen, zweiatomige Moleküle - Hückel-Theorie mehratomiger Moleküle: Grundlagen und Anwendungen (Ladungsdichten, Bindungsordnungen, Elektronenübergänge) <p>Spektroskopie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung quantenmechanischer Modellsystemen für die Spektroskopie - das Übergangsdipolmoment - Born-Oppenheimer Näherung - elektronische Spektroskopie: UV-Vis und Fluoreszenz - Schwingungsspektroskopie: IR und Raman - NMR Spektroskopie <p>Symmetrie in der Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Symmetrieoperationen; Gruppentheorie; Punktgruppen; irreduzible Darstellungen - Anwendung der Gruppentheorie in der Spektroskopie - Anwendungen der Gruppentheorie in der Komplexchemie
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS
Arbeitsaufwand	Vorlesung:

Kontaktstunden	15 Wochen × 4 SWS	60 h
Vor- und Nachbereitung	1h/Kontaktstunde	60 h
Übungen:		
Kontaktstunden	15 Wochen × 2 SWS	30 h
Vor- und Nachbereitung	1h/Kontaktstunde	30 h
Klausurvorbereitung		<u>60 h</u>
Σ 240 h		

Credits für diese Einheit	3 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur über die Teilmodule 9.1 und 9.2
Voraussetzungen	Empfohlen : Modul 1 Allgemeine und Anorganische Chemie, Modul 2 Mathematik
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	4
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

Pflichtmodul 11: Grundlagen der Polymerchemie**Studienprogramm/ Verwendbarkeit**

Bachelor Chemie und Nanoscience

Credits	11
Dauer	ein Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	5,4 %
Modulnote	Die Modulnote setzt sich zu drei Vierteln aus der Klausurnote und zu einem Viertel aus der Praktikumsnote zusammen.
Teilmodule	11.1 Grundlagen der Polymerchemie 11.2 Praktikum Polymerchemie
Qualifikationsziele	Theoretische Grundlagen und Praxis der Synthese und der Materialeigenschaften organischer Polymere

11.1 Grundlagen der Polymerchemie

Dozent/in	Prof. Dr. Stefan Mecking
Lehrinhalte	Ketten- und Stufenpolymerisationen: radikalische, ionische, Metall-katalysierte Polymerisationen (stereospezifische Polymerisation; isomerisierende Polymerisation; Metathese) und Polykondensation; ringöffnende Polymerisation; Molekulargewichtsverteilungen; lebende und kontrollierte Polymerisation; Emulsionspolymerisation; Dendrimere; Taktizität; Konformationen; Methoden zur Molekulargewichtsbestimmung; thermische Eigenschaften von Kunststoffen; Glasübergang; Kristallinität; Elastomere. Zug-Dehn-Versuch; Moduli. Viskosität von Lösungen. Anhand dieser Themen werden die Anwendungen organischer Polymere erläutert.
Lehrform/SWS	Vorlesung 3 SWS, Übungen 1 SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstd.: 3 SWS * 15 Wochen 45 h Vor- und Nachbereitung 1 h / Kontaktstd. 45 h
Credits für diese Einheit	5 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Klausur zur Vorlesung und Praktikumsnote. Zusammensetzung der Praktikumsnote: Vorbesprechungen 1/3; schriftliche Ausarbeitungen 2/3.
Voraussetzungen	Empfohlen Modul 4 Organische Chemie
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	4
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

11.2 Praktikum Polymerchemie

Dozent/in	Prof. Dr. Stefan Mecking, Dr. Inigo Göttker
Lehrinhalte	
Lehrform/SWS	Praktikum 8 SWS
Arbeitsaufwand	
Credits für diese Einheit	6 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	
Voraussetzungen	Keine
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	4
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

Pflichtmodul 12: Physikalische Chemie IV

Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Chemie und Nanoscience

Credits	7
Dauer	zwei Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	3,4 %
Modulnote	Die Modulnote ergibt sich aus der Note der Klausur.
Teilmodule	12.1 Physikalische Chemie IV a 12.2 Physikalische Chemie IV b
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Grundlagen und Bedeutung von Transportprozessen benennen und diese physikalisch-chemisch beschreiben (Masse, Wärme, elektrische Ladung). Sie können weiterhin verschiedene intermolekulare Wechselwirkungen zwischen Molekülen / Teilchen erklären und thermodynamisch beschreiben. Die Studierenden können diese Kenntnisse auf die Selbstorganisation am Beispiel der Proteinfaltung oder verschiedener Mesostrukturen von Tensiden anwenden und die Überlagerung verschiedener nichtkovalenter Wechselwirkungen erklären. Sie können auch die Grundlagen der Elektrochemie und das Verhalten von Elektrolytlösungen erläutern und geladene Teilchen sowie Abweichungen vom idealen Verhalten physikalisch-chemisch beschreiben. Weiterhin können sie elektrochemische Zellen und die elektromotorische Kraft mit Hilfe der elektrochemischen Spannungsreihe erklären.

12.1 Physikalische Chemie IVa

Dozent/in	Prof. Dr. H. Cölfen, Prof. M. Drescher, Prof. K. Hauser, Prof. C. Peter, Prof. A. Zumbusch
Lehrinhalte	<p>Transportprozesse, Intermolekulare Wechselwirkungen und Elektrochemie</p> <ul style="list-style-type: none"> -Massetransport / Diffusion, Diffusion aus statistischer Perspektive, 1 & 2 Fick'sches Gesetz, Diffusion von Ionen -Wärmeleitung, Viskosität in Flüssigkeiten und Gasen, Sedimentation, Ionenleitung, Elektrophorese - Thermodynamische Aspekte intermolekularer Wechselwirkungen - Intermolekulare nichtkovalente Wechselwirkungen: van-der-Waals Wechselwirkung, Coulomb Wechselwirkung, Wasserstoffbrücken, Dipol-Wechselwirkung; Dipol-Ionen-Wechselwirkung, Frequenzabhängige Wechselwirkungen - Selbstorganisation von Mesostrukturen durch Balance von Wechselwirkungen: Tenside und Lipide: Mizellen, Doppelschichten, Vesikel und Proteine - Elektrolytlösungen: Debye-Hückel Theorie, DLVO Theorie, Struktur des Wassers, Aktivitäten und Aktivitätskoeffizienten - Wanderung von Ionen im elektrischen Feld, starke und schwache Elektrolyte, Ionenbildung in wässrigen Lösungen / Hydratation

- Elektrochemische Zellen, Halbreaktionen und Elektroden, Prozesse an Elektroden, Elektromotorische Kraft und elektrochemische Spannungsreihe

Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS
Arbeitsaufwand	[angegeben in Stunden (1 Cr entspricht einem zeitlichen Aufwand von 25-30 h) möglichst aufgeteilt auf Kontaktzeiten und Selbststudium]
	Vorlesung: Kontaktstunden 15 Wochen x 2 SWS 30 h Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde 30 h
	Übungen: 15 Wochen x 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde 15 h Klausurvorbereitung 30 h Σ 120 h
Credits für diese Einheit	4 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur über die Teilmodule 11.1 und 11.2
Voraussetzungen	Bestandenes Modul 2 Mathematik, empfohlen: Physikalische Chemie I-III
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester
Empfohlenes Semester	5
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

12.2 Physikalische Chemie IVb

Dozent/in	Prof. Dr. H. Cölfen, Prof. M. Drescher, Prof. K. Hauser, Prof. C. Peter, Prof. A. Zumbusch
Lehrinhalte	Transportprozesse, Intermolekulare Wechselwirkungen und Elektrochemie -Massetransport / Diffusion, Diffusion aus statistischer Perspektive, 1 & 2 Fick'sches Gesetz, Diffusion von Ionen -Wärmeleitung, Viskosität in Flüssigkeiten und Gasen, Sedimentation, Ionenleitung, Elektrophorese - Thermodynamische Aspekte intermolekularer Wechselwirkungen - Intermolekulare nichtkovalente Wechselwirkungen: van-der-Waals Wechselwirkung, Coulomb Wechselwirkung, Wasserstoffbrücken, Dipol-Wechselwirkung; Dipol-Ionen-Wechselwirkung, Frequenzabhängige Wechselwirkungen - Selbstorganisation von Mesostrukturen durch Balance von Wechselwirkungen: Tenside und Lipide: Mizellen, Doppelschichten, Vesikel und Proteine - Elektrolytlösungen: Debye-Hückel Theorie, DLVO Theorie, Struktur des Wassers, Aktivitäten und Aktivitätskoeffizienten - Wanderung von Ionen im elektrischen Feld, starke und schwache Elektrolyte, Ionenbildung in wässrigen Lösungen / Hydratation

- Elektrochemische Zellen, Halbreaktionen und Elektroden, Prozesse an Elektroden, Elektromotorische Kraft und elektrochemische Spannungsreihe

Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS	
Arbeitsaufwand	[angegeben in Stunden (1 Cr entspricht einem zeitlichen Aufwand von 25-30 h) möglichst aufgeteilt auf Kontaktzeiten und Selbststudium]	
	Vorlesung:	
	Kontaktstunden 15 Wochen x 2 SWS	30 h
	Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde	30 h
	Übungen:	
	15 Wochen x 1 SWS	15 h
	Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde	15 h
	<u>Klausurvorbereitung</u>	<u>30 h</u>
		Σ 120 h
Credits für diese Einheit	3 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Eine Klausur über die Teilmodule 11.1 und 11.2	
Voraussetzungen	Empfohlen bestandenes Modul 2 Mathematik, Physikalische Chemie I-III	
Sprache	Deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester	
Empfohlenes Semester	5	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

Pflichtmodul 13: Anorganische Materialien und Nanotechnologie

Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Nanoscience

Dozent/in	Frau Prof. Dr. Miriam Unterlass
Credits	12
Dauer	zwei Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	5,9 %
Modulnote	In die Modulnote gehen die Noten der Klausur mit zwei Dritteln, die Note des Praktikums mit einem Drittel ein.
Teilmodule	13.1 Anorganische Materialien und Nanotechnologie 13.2 Praktikum Anorganische Materialien und Nanotechnologie
Qualifikationsziele	

13.1 Anorganische Materialien und Nanotechnologie

Lehrinhalte

Lehrform/SWS Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS

Arbeitsaufwand

Credits für diese Einheit 4 Cr

Studien/ Prüfungsleistung Eine Klausur am Ende des Semesters

Voraussetzungen

Sprache Deutsch

Häufigkeit des Angebots Wintersemester

Empfohlenes Semester 5

Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung

13.2 Praktikum Anorganische Materialien und Nanotechnologie

Lehrinhalte

Lehrform/SWS Praktikum 12 SWS

Arbeitsaufwand

Credits für diese Einheit 8 Cr

**Studien/ Prüfungs-
leistung**

Voraussetzungen

Sprache Deutsch

**Häufigkeit des An-
gebots** Wintersemester

**Empfohlenes Se-
mester** 5

Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung

Pflichtmodul 14: Materialanalytik											
Studienprogramm/ Verwendbarkeit Bachelor Nanoscience											
Dozent/in	Prof. Dr. Helmut Cölfen, Frau Dr. Ruiz Agudo										
Credits	2										
Dauer	ein Semester										
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	2,0 %										
Modulnote	Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.										
Teilmodule	Physikalische Chemie der Polymere										
Qualifikationsziele	Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, wichtige analytische Methoden zur Festkörper, Dispersions- und Lösungsanalytik sowie deren Anwendungsbereiche zu verstehen.										
Lehrinhalte	<p>Dr. Cristina Ruiz-Agudo</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elektronenmikroskopie von Materialien (TEM, REM), Probenpräparation, elementspezifische Abbildung (EELS, EDX), Beugungsmethoden im EM 2. Rasterkraftmikroskopie (Kontaktmodus, Kraft-Abstands Kurven, Einzelmolekülkraftspektroskopie, Nanoindentierung, Amplituden- und Frequenzmodulierte AFM, Phasenkontrast) 3. Röntgenkleinwinkelstreuung 4. Röntgenabsorptionsspektroskopie (XAS, XANES, EXAFS) 5. NMR und Festkörper NMR <p>Prof. Dr. Helmut Cölfen</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Dynamisch-mechanische Analyse, Mechanik von Materialien, statische und dynamische Bestimmung von Moduli, Temperaturabhängigkeit von Speicher- und Verlustmodul, praktische Relevanz 7. Analytische Ultrazentrifugation 8. Analyse von Mikropartikeln (Sieben, Andersen Pipette, Elutriation, Lichtmikroskopie, Coulter Counter, Laserbeugung, Zetapotential) 9. Hydrodynamische Chromatographie und Ultraschallspektroskopie 10. IR- und Raman Mikroskopie 11. Statische Lichtstreuung <p>Dr. Cristina Ruiz-Agudo</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Materialanalytik in der Industrie <p>Exkursion zur Materialanalytik der BASF in Ludwigshafen</p>										
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS										
Arbeitsaufwand	<p>Vorlesung:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Kontaktstunden 15 Wochen × 2 SWS</td> <td style="text-align: right;">30 h</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde</td> <td style="text-align: right;">30 h</td> </tr> <tr> <td>Übung 15 Wochen x 2 SWS</td> <td style="text-align: right;">30 h</td> </tr> <tr> <td>Klausurvorbereitung</td> <td style="text-align: right;"><u>60 h</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Σ 150 h</td> </tr> </table>	Kontaktstunden 15 Wochen × 2 SWS	30 h	Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde	30 h	Übung 15 Wochen x 2 SWS	30 h	Klausurvorbereitung	<u>60 h</u>		Σ 150 h
Kontaktstunden 15 Wochen × 2 SWS	30 h										
Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde	30 h										
Übung 15 Wochen x 2 SWS	30 h										
Klausurvorbereitung	<u>60 h</u>										
	Σ 150 h										
Studien/ Prüfungsleistung	Zweistündige Klausur										

Voraussetzungen	Empfohlen: Physikalische Chemie I – IV, Grundlagen der Polymerchemie
Sprache	Deutsch/Englisch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	6
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

Pflichtmodul 15: Kolloidchemie

Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Nanoscience

Credits	11
Dauer	ein Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	5,4 %
Modulnote	In die Modulnote geht die Note der Klausur mit zwei Dritteln, die Note des Praktikums mit einem Drittel ein.
Teilmodule	15.1 Kolloidchemie 15.2 Praktikum Kolloidchemie
Qualifikationsziele	Erwerb von Grundkenntnissen auf dem Gebiet der Kolloidchemie und Anwendung auf grundlegende Problemstellungen. Die Praktikumstätigkeit macht die Studierenden mit Synthesemethoden und wesentlichen Untersuchungsverfahren der Kolloidchemie vertraut.

15.1 Kolloidchemie

Dozent/in	Prof. Dr. Alexander Wittemann	
Lehrinhalte	Vorlesung: Einführung in das Gebiet der Kolloidchemie (Definition und Klassifizierung kolloidaler Systeme, großtechnische Bedeutung von Kolloiden, Entwicklung der Kolloidforschung), Oberflächen (Oberflächenspannung, Laplace- und Kelvingleichung, homogene Nukleation, Kontaktwinkel, Gibbs-Adsorptionisotherme, monomolekulare Schichten und Filme), Assoziationskolloide (kritische Mizellbildungskonzentration, Krafft-Temperatur, Selbstassemblierung, Modelle der Mizellbildung, Packungsparameter), Kolloidstabilität (Klassifizierung von Kräften, Elektrostatik in kolloidalen Systemen, Born-Arbeit, elektrische Doppelschicht, Oberflächenladung, Poisson-Boltzmann-Theorie, Gouy-Chapman-Theorie, Doppelplatten-Problem, osmotischer Druck und Kolloidstabilität, Messung von Wechselwirkungen, DLVO-Theorie, schnelle und langsame Koagulation)	
Lehrform/SWS	Vorlesung 3 SWS, Übungen 1 SWS	
Arbeitsaufwand	Vorlesung: 15 Wochen x 3 SWS Übung: 15 Wochen x 1 SWS Vor- und Nachbereitung 1.0 h/Kontaktstd.: Klausur inkl. Prüfungsvorbereitung	45 h 15 h 60 h 15 h <hr/> Σ 135 h
Credits für diese Einheit	5 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Klausur zur Vorlesung	
Voraussetzungen	Empfohlen: Module PC II und PC IV, Materialanalytik	
Sprache	Deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	

Empfohlenes Semester	6
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

15.2 Praktikum Kolloidchemie

Dozent/in	Prof. Dr. Alexander Wittemann	
Lehrinhalte	Vertiefung des in der Vorlesung erworbenen Wissens durch eine praktische Projektarbeit zu einer aktuellen Thematik der modernen Kolloidwissenschaften. Neben projektspezifischen Synthesemethoden steht die Anwendung instrumenteller Analytik im Vordergrund.	
Lehrform/SWS	Praktikum 8 SWS	
Arbeitsaufwand	Mitarbeiterpraktikum: 15 Wochen x 8 SWS Vor- und Nachbereitung, Versuchsauswertung Erstellung des Abschlussprotokolls	120 h 15 h 15 h Σ 150 h
Credits für diese Einheit	6 Cr	
Studien/ Prüfungsleistung	Praktikumsnote. Gewichtung: praktische Arbeit 1/3, Protokoll 2/3.	
Voraussetzungen	Keine	
Sprache	Deutsch	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Empfohlenes Semester	6	
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung	

Pflichtmodul 16: Physikalische Chemie der Polymere	
Studienprogramm/ Verwendbarkeit Bachelor Nanoscience	
Dozent/in	Prof. Dr. Helmut Cölfen, Prof. Alexander Wittemann
Credits	2
Dauer	ein Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	1,0 %
Modulnote	Die Modulnote ist die Note der Klausur.
Teilmodule	Physikalische Chemie der Polymere
Qualifikationsziele	Die Studenten sollen in die Lage versetzt werden, die speziellen physikalisch-chemischen Eigenschaften von Polymeren, die aus ihrer makromolekularen Struktur resultieren, zu verstehen.
Lehrinhalte	Konformation und Konfiguration von Polymeren, Molmassenverteilung, Polymeranalytik (Osmometrie, Viskosität, Lichtstreuung), Thermodynamik von Polymerlösungen, Theta-Zustand, Flory-Huggins-Theorie, ausgeschlossenes Volumen, Überlappungskonzentration, Phasenseparation, Polyelektrolyte, Polymerkristalle, Flüssigkristalle, polymere Gläser, Polymerschmelzen, Rheologie, Polymernetzwerke und Gele, Kautschukelastizität, Visokoelastizität, Polymerdynamik
Lehrform/SWS	Vorlesung 2 SWS
Arbeitsaufwand	Vorlesung: Kontaktstunden 15 Wochen × 2 SWS 30 h Vor- und Nachbereitung 1h/Kontaktstunde 30 h Klausurvorbereitung 10 h Σ 70 h
Studien/ Prüfungsleistung	Zweistündige Klausur
Voraussetzungen	Empfohlen: Physikalische Chemie I – IV, Grundlagen der Polymerchemie
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	6
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

Pflichtmodul17: Toxikologie und Rechtskunde**Studienprogramm/ Verwendbarkeit**

Bachelor Chemie und Nanoscience

Credits	2
Dauer	ein Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	0 %
Modulnote	In den Veranstaltungen erfolgen Leistungsnachweise durch einstündige schriftliche Tests.
Teilmodule	17.1 Toxikologie 17.2 Rechtskunde (Patentrecht und Umweltrecht)
Qualifikationsziele	Das Modul bereitet auf forschungs- und praxisbezogene Berufsfelder im Gesamtbereich der Chemie vor. Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in Toxikologie sowie des in der Bundesrepublik Deutschland gültigen Umweltrechts. Bei der Wissensvermittlung wird großer Wert gelegt auf das Verständnis der Wirkmechanismen der einzelnen in der Vorlesung besprochenen toxischen Stoffe. In der Moduleinheit Patentrecht wird eine für die Berufspraxis des Chemikers grundlegende Kenntnis der Gebiete Urheberrecht und gewerbliche Schutzrechte vermittelt.

17.1 Toxikologie

Dozent/in	apl. Prof. Dr. Aswin Mangerich
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Propädeutische Einführung in die Zellbiologie und Physiologie • Grundlagen der Toxikologie / Zielstrukturen toxischer Substanzen / Erfassung toxischer Wirkungen • Toxikokinetik und Fremdstoff-Metabolismus • Zelltod: Nekrose und Apoptose • Toxische Metalle / Gasförmige toxische Substanzen • Ökotoxikologie / Regulatorische Toxikologie (Risk Assessment / toxikologisch relevante Vorschriften und Gesetze) • Chemische Carcinogenese
Lehrform/SWS	Vorlesung 1 SWS
Arbeitsaufwand	14 Stunden Präsenzstudium, 10 Stunden Vor- und Nacharbeit, 6 Stunden Klausurvorbereitung
Credits für diese Einheit	1 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Klausur
Voraussetzungen	Empfohlen bestandenes Modul 4 Organische und Bioorganische Chemie, Modul 8a.2 Biochemie
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester

Empfohlenes Semester	Ab 2.
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

17.2 Rechtskunde (Patentrecht und Umweltrecht)

Dozent/in	externer Lehrauftrag: Patentrecht Kratzer, Mechnich, Wrobel, Umweltrecht G. Winter
Lehrinhalte	Patentrecht: Gewerbliche Schutzrechte/Urheberrecht: Gegenstand und Laufzeiten von Patenten, Gebrauchsmustern, Geschmacksmustern, Marken, Sortenschutz Schwerpunktthema Patente: Patentierungserfordernisse, Rechtswirkung von Patentansprüchen Aufbau einer Patentanmeldung Lebenslauf einer Patentanmeldung (von der Einreichung bis zur Erteilung, nationale und internationale Verfahren) Lebenslauf eines Patent (Einspruch, Nichtigkeit, Bundespatentgericht) Wirkung eines Patent (Verbotungsrecht, Verletzungsverfahren, Patent-gutachten, Lizenzierung) Grundlagen zum Arbeitnehmererfindergesetz inkl. Hochschulerfindungen Umweltrecht: Chemikalien- und Gefahrstoffrecht (einschl. europäischer Regelungen) Immissionsschutzrecht, einschl. Energie, Klimaschutz Gewässer- und Bodenschutzrecht Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht (einschl. Produktregelungen) Fallbeispiele aus der industriellen Praxis
Lehrform/SWS	Vorlesung 1 SWS
Arbeitsaufwand	14 Stunden Präsenzstudium, 16 Stunden Vor- und Nacharbeit sowie Klausurvorbereitung
Credits für diese Einheit	1 Cr
Studien/ Prüfungsleistung	Schriftliche Tests
Voraussetzungen	Empfohlen Modul 1 Allgemeine und Anorganische Chemie
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester
Empfohlenes Semester	Ab 2.
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung

Wahlpflichtmodul 18: Schlüsselqualifikationen

Studienprogramm/ Verwendbarkeit
Bachelor Chemie und Nanoscience

Credits	3
Dauer	ein Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	0 %
Modulnote	Das Modul ist unbenotet. Die Art der Leistungsnachweise sind den Beschreibungen im Zeus – Lehrangebot – Schlüsselqualifikationen zu entnehmen. Die Hälfte der Credits sind fachfremd zu erbringen.
Qualifikationsziele	Schlüsselqualifikationen dienen der Verbesserung der allgemeinen Berufsfähigkeit der Absolventen. Im Einzelnen gehören dazu: Soziale Kompetenzen: Konflikt- und Kritikfähigkeit, Teamfähigkeit, Einfühlungsvermögen, Durchsetzungsvermögen, Führungsqualitäten. Kommunikative Kompetenzen: Schriftliche und mündliche Ausdrucksfähigkeit, Präsentationstechniken, Diskussionsfähigkeit, zielgruppengerichtete Kommunikation. Allgemeines Basiswissen: Allgemeinbildung, EDV-Kenntnisse, Fremdsprachen, interkulturelles Wissen, wirtschaftliches und juristisches Grundwissen, Arbeitswelterfahrung, Lern- und Arbeitstechniken.
Dozent/in	Siehe Zeus
Lehrinhalte	Siehe Zeus
Lehrform/SWS	Siehe Zeus
Arbeitsaufwand	Siehe Zeus
Studien/ Prüfungsleistung	Siehe Zeus
Voraussetzungen	Siehe Zeus
Sprache	Deutsch/englisch
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester/Sommersemester
Empfohlenes Semester	Ab 1. Semester
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflichtveranstaltung

Pflichtmodul 19: Bachelorarbeit	
Studienprogramm/ Verwendbarkeit Bachelor Nanoscience	
Dozent/in	Hochschullehrer des Fachbereichs Chemie
Credits	12
Dauer	ein Semester
Anteil des Moduls an der Gesamtnote	20 %
Modulnote	Die Note der Bachelorarbeit ergibt sich aus der Note des Gutachters.
Qualifikationsziele	Die Studierenden sollen die Kompetenz besitzen, anhand einer konkreten Aufgabenstellung aus einem Arbeitsgebiet der Chemie wissenschaftliche Methoden anzuwenden und ihre Ergebnisse als wissenschaftliche Arbeit zu präsentieren.
Lehrinhalte	Erarbeitung eines Arbeitsplans zur Durchführung der Bachelorarbeit, Einarbeitung in die Fachliteratur, Erarbeitung der erforderlichen Methoden zur Durchführung der Laborexperimente, Auswertung der Versuche und Diskussion der Ergebnisse, Erstellung der schriftlichen Bachelorarbeit
Lehrform/SWS	Ganztägige Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten in einem Team
Arbeitsaufwand	360 h
Studien/ Prüfungsleistung	Erstellung der schriftlichen Bachelorarbeit
Voraussetzungen	Bestandene Module, die lt. Studienplan in den Studiensemestern 1 bis 4 vorgesehen sind
Sprache	Deutsch/englisch
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester/Sommersemester
Empfohlenes Semester	6
Pflicht/Wahlpflicht	Pflichtveranstaltung