



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Modulhandbuch

für den Studiengang

Bachelor of Science Chemie

(Prüfungsordnungsversion: 20202)

Inhaltsverzeichnis

Anorganische Chemie 1.....	3
Anorganische Chemie 2.....	5
Anorganische Chemie 4.....	7
Bachelorarbeit (B.Sc. Chemie 20202).....	9
Biochemie.....	11
Datenmanagement.....	13
Mathematik für Naturwissenschaftler (MNat).....	14
Organische Chemie 1.....	15
Organische Chemie 2.....	17
Organische Chemie 3.....	18
Organische Chemie 4.....	20
Physik 1.....	21
Physik 2.....	23
Physikalische Chemie 1.....	25
Physikalische Chemie 2.....	27
Physikalische Chemie 3.....	29
Praktikum Organische Chemie.....	31
Praktikum Physikalische Chemie.....	33
Praktikum Qualitative analytische Chemie.....	35
Präparativ Anorganische Chemie.....	37
Qualitative analytische Chemie.....	39
Quantitative analytische Chemie.....	41
Theoretische Chemie 1.....	44
Theoretische Chemie 2.....	46
Theoretische Chemie 3.....	48
Toxikologie und Rechtskunde.....	50
Vertiefung Anorganische Chemie.....	
Anorganische Chemie vertieft.....	53
Praktikum Anorganische Chemie vertieft.....	56
Vertiefung Organische Chemie.....	
Organische Chemie vertieft.....	59
Praktikum Organische Chemie vertieft.....	61
Vertiefung Physikalische Chemie.....	
Physikalische Chemie vertieft.....	64
Praktikum Physikalische Chemie vertieft.....	66
Vertiefung Theoretische Chemie.....	
Praktikum Theoretische Chemie vertieft.....	69
Theoretische Chemie vertieft.....	71

1	Modulbezeichnung 62015	Anorganische Chemie 1 Inorganic chemistry 1	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Allgemeine und Anorganische Chemie (mit Experimenten) (4 SWS) Übung: Übung Allgemeine und Anorganische Chemie (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Karsten Meyer Prof. Dr. Karl Mandel Dr. Jörg Sutter	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Karsten Meyer	
5	Inhalt	<p>Allgemeine Chemie: Aufbau der Materie, Stöchiometrische Grundgesetze, Aggregatzustände, Gasgesetze und Atommassenbestimmung, Atombau und Periodensystem, Chemische Bindung, Molekülstrukturen (VSEPR, Hybridisierung), Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, Chemische Reaktionen, Thermodynamik, Reaktionskinetik, Massenwirkungsgesetz, Löslichkeitsprodukt, Säure-Base- Gleichgewichte, Elektrochemie, Regeln und Einheiten.</p> <p>Anorganische Chemie: Ausgewählte Hauptgruppenelemente mit den Schwerpunkten: Physikalische Eigenschaften, Vorkommen, Darstellung in Labor und Technik, Chemische Eigenschaften, wichtigste Verbindungen, Anwendungen in Natur und Technik. Chemische Terminologie und Nomenklatur.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die Basiskonzepte und Methoden allgemeiner und anorganischer Chemie und beherrschen die zugrunde liegende Nomenklatur • verstehen Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften verschiedener chemischer Verbindungen • erwerben Fachkompetenzen und kritisches Verständnis der Chemie ausgewählter Hauptgruppenelemente des Periodensystems und können die Zusammenhänge zwischen ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften unter anwendungsorientierten Gesichtspunkten nachvollziehen • bekommen einen ersten Einblick in den aktuellen Stand der Forschung in der anorganischen Chemie und deren Randbereiche. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) GOP-Bestandteil!* (*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • T. L. Brown, H. E. LeMay, B. E. Bursten: "Chemie"; • C. E. Housecroft, A.G. Sharpe, "Anorganische Chemie; • E. Riedel , "Anorganische Chemie; • H. Wiberg et al., "Lehrbuch der Anorganischen Chemie (deGruyter)

1	Modulbezeichnung 62028	Anorganische Chemie 2 Inorganic chemistry 2	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Anorganische Chemie 2 - Chemie der Metalle (5 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Frank Heinemann Prof. Dr. Julien Bachmann Prof. Dr. Karsten Meyer Dr. Andreas Scheurer Prof. Dr. Karl Mandel	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Karsten Meyer
5	Inhalt	<p>VL Chemie der Metalle - Hauptteil (Prof. K. Meyer):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Festkörperstrukturen, Bändermodell, chemische Transportreaktionen, Symmetrieelemente & Symmetrioperationen, Fließschema zur Bestimmung von Punktgruppen, Chiralität, Grundlagen der Koordinationschemie, Isomerie von Komplexen (Ionisationsisomerie, Koordinationsisomerie, ambidente Liganden, Stereoisomerie einschließlich cis-trans- und optischer Isomerie, u.a.), Nomenklatur. • Die chemische Bindung in Komplexen: Werner'sche Theorie, Edelgasregel, Pauling'sches Modell (VB-Theorie), Ligandenfeldtheorie und MO-Theorie für oktaedrische und tetraedrische Komplexe einschließlich einfacher MO-Betrachtungen (sigma/pi-Donor/Akzeptor-Effekte der Liganden), Farbe, Magnetismus, Koordinationschemie der d- und f-Block Metalle, biologische Aspekte der Nebengruppenmetalle. <p>VL Chemie der Metalle - Nanostrukturen (Prof. Mandel & Prof. Bachmann):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generelle Einführung, Metalle im Lichte der Nachhaltigkeit: Bedeutung, Umweltproblematik, 3R (replacement, recycling, reduction) • Vom Molekül zum Festkörper zum Nanomaterial; Nanoskaligkeit: Scaling laws, 0D bis 3D Strukturen, Unterschiede Grenzflächen zu bulk • Metallische Nanopartikel: Leiter, Plasmonik, Halbleiter, Katalyse • Von Festkörpermagnetismus zu Nanomagnetismus am Beispiel des Eisenoxids (inkl. Liganden/Kristallfeldtheorie) und Ausblick auf Anwendungen • Metallische 1D Systeme (Drähte), 3D Systeme und komplexe Systeme: Metamaterialien, Suprapartikel • Metallische 2D Systeme: Dünnschichten
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden

		<ul style="list-style-type: none"> • entwickeln ein Verständnis der wissenschaftlichen Grundlagen der Chemie der Übergangsmetalle und der Koordinations- sowie Festkörperchemie • verstehen Konzepte zur Beschreibung von Festkörpern und wichtigen Strukturtypen • können die wichtigsten Prinzipien der Symmetrie & Gruppentheorie und die Grundlagen der Bindungstheorie nachvollziehen • erwerben grundlegende Kenntnisse der atomaren, molekularen und elektronischen Struktur • verfügen über ein Verständnis zur Reaktivität und Funktion molekular aufgebauter Stoffe • verstehen, die Unterschiede zwischen Molekül, bulk-Festkörper und Nanomaterial insbesondere im Hinblick auf die jeweiligen Besonderheiten • kennen die Bedeutung von Grenzflächen nanoskaliger Metallsysteme • verstehen die Grundlagen zu ausgewählten, besonderen Eigenschaften in metallischen Nanosystemen • haben ein grundlegendes Verständnis von Nanomagnetismus • sind mit der Festkörperchemie in Nanosystemen vertraut • kennen wichtige Beispiele im Bereich metallischer 0D bis 3D Systeme.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) GOP-Bestandteil! (*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • E. Riedel, Moderne Anorganische Chemie (de Gruyter); • L. H. Gade: Koordinationschemie (Wiley-VCH); • Joan Ribas Gispert: Coordination Chemistry (Wiley-VCH)

1	Modulbezeichnung 62055	Anorganische Chemie 4 Inorganic chemistry 4	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Anorganische Chemie 4 - Seminar (2 SWS) Vorlesung: Anorganische Chemie 4 - Chemie + Molecular Nano Science (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sjoerd Harder Prof. Dr. Romano Dorta Prof. Dr. Nicolai Burzlaff	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sjoerd Harder
5	Inhalt	<p>Organometallchemie der Hauptgruppenmetalle (Prof. Harder):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Grundlagen der Organometallchemie der Hauptgruppenelemente und deren Anwendung auf representative Beispiele der Synthesechemie sowie der Katalyse. • An Hand von einer systematischen Reise durch das Periodensystem werden die wichtigsten metallorganischen Schlüsselverbindungen vorgestellt und deren Anwendungen besprochen. <p>Organometallchemie der Übergangsmetalle (Prof. Dorta):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wichtige Ligandklassen der Organometallchemie, Bindungsverhältnisse, Tolman-Parameter • Die 18VE-Regel, Reaktivitätsmuster metallorganischer Fragmente (Isolobalität), Geometrien und Anwendbarkeit des VSEPR-Modells, Elementarschritte und Mechanismen, Aktivierung kleiner Moleküle mit carbenoiden Metall-Fragmenten • Organometall-Komplexe und ihre Anwendung in Synthese und Katalyse: Metallocene in der Ziegler-Natta Katalyse und als chirale Liganden für die asymmetrische Katalyse; Carbonyl-Komplexe in Synthese (Collman-Reagens, Pauson-Khand Reaktion) und in der industriellen „C1-Katalyse“; Organometall-Hydride, -Alkyle, -Aryle in der Synthese (Stryker-Hydrid, Schwartz-Reagens, Gilman-Cuprate, Negishi Reagens); Fischer-Carbene, Schrock-Alkyldene, Tebbe-Reagens, NHC-Komplexe, Grubbs-Katalysatoren. <p>Kurze Einführung in die Bioanorganische Chemie (Prof. Burzlaff):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Repräsentativer Überblick über Metalloproteine und Metalloenzyme mit Fe, Zn oder Cu und ein kurze Einführung über Metalle in medizinischen Wirkstoffen
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über ein breites und integriertes Wissen in der metallorganische Chemie und verstehen die Basiskonzepte der bioanorganischen Chemie • erkennen Tendenzen im Periodensystem und sind damit vertraut diese direkt zu verknüpfen mit Eigenschaften von metallorganischen Verbindungen

		<ul style="list-style-type: none"> • verstehen Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften metallorganischer Verbindungen • kennen die wichtigsten Anwendungen von metallorganischen Verbindungen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202 Wahlpflichtmodul Bachelor of Science Molecular Science - Nano (PO 20202)
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Posterpräsentation in Kleingruppen
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • C. Elschenbroich, Organometallchemie (Teubner Studienbücher Chemie) 6. Auflage, 2008. • W. Kaim, B. Schwederski, Bioanorganische Chemie: Zur Funktion chemischer Elemente in Lebensprozessen (Teubner Studienbücher Chemie) 4. Auflage, 2015. • C. Janiak, H.-J. Meyer, D. Gudat, R. Alsfasser, Riedel Moderne Anorganische Chemie (De Gruyter Studium) 4. Auflage, 2012. • John Hartwig, Organotransition Metal Chemistry; 1st ed, University Science Books 2010 • Robert Crabtree, The Organometallic Chemistry of the Transition Metals, 7th ed., Wiley 2019.

1	Modulbezeichnung 1999	Bachelorarbeit (B.Sc. Chemie 20202) Bachelor's thesis	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! Bitte beachten: <ul style="list-style-type: none"> • Die Bachelorarbeit wird nach Wahl der Studierenden in der Regel in einer der Forschungsgruppen des Departments Chemie und Pharmazie angefertigt! • Der Studierende organisiert selbständig einen Platz in einer der Arbeitsgruppen! 	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nicolai Burzlaff	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Selbständige Bearbeitung einer Fragestellung aus dem Bereich der Lehreinheit Chemie innerhalb des vorgegebenen Zeitraumes von insgesamt 8 Wochen (für die Laborarbeiten sind 6 Wochen vorgesehen, für die schriftliche Ausarbeitung 2 Wochen) • Erstellung eines Berichtes (Bachelor Thesis). 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums eine Problemstellung aus dem Bereich der Chemie mit den fachspezifischen wissenschaftlichen Methoden selbstständig zu bearbeiten • können die erarbeiteten Ergebnisse sachgerecht in schriftlicher Form darstellen • können die Daten im Rahmen eines Kurzvortrags im Arbeitskreis präsentieren und diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202 Einpassung in den Musterstudienplan: im 6. Fachsemester (vorzugsweise in der vorlesungsfreien Zeit vor Semesterbeginn)	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich (8 Wochen) <ul style="list-style-type: none"> • Thesis: Schriftliche Arbeit (2 gebundene Exemplare + elektronische Fassung), ca. 35 Seiten + Rohdatendokumentation • Arbeitsaufwand: 300 h • Dauer: 8 Wochen • Vorherige Anmeldung beim Prüfungsamt erforderlich (Formular: https://www.chemie.nat.fau.de/studium/chem-molsc/bachelorstudium/downloadbereich/) 	
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich (100%) Note auf die schriftliche Arbeit (2 Fachgutachter)	

12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Wiederholung der Prüfungen	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 225 h Eigenstudium: 75 h
15	Dauer des Moduls	8 Wochen Semester
16	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
17	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 62035	Biochemie Biochemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Biochemie für Naturwissenschaftler und Techniker Teil1 (2 SWS) Vorlesung: Einführung in die Biochemie für Naturwissenschaftler Teil2 (2 SWS)	2,5 2,5
3	Lehrende	Prof. Dr. Christian Koch Prof. Dr. Yves Muller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Yves Muller	
5	Inhalt	<p>Biochemie 1: Proteine und deren Aufbau; Methoden in der Biochemie; Enzyme, Enzymkinetik; Enzymmechanismen; Regulierung der Enzymaktivität; Cofaktoren; Biochemie der Nucleinsäure, Kompartimentierung genetischen Materials. DNA Strukturen; DNA Topologie; Nucleosomen; DNA Polymerasen, Ligasen, Telomerase, Primase, Grundlagen der RNA Struktur.</p> <p>Biochemie 2: Grundlagen des Stoffwechsels, Ernährungsstrategien unterschiedlicher Zellen, Stofftransport, Glykolyse, Gluconeogenese, Pyruvatdehydrogenase, Citrat Cyclus, ATP Synthase, Photosynthese, Glykogenstoffwechsel, Phosphorylase, Insulinregulation des Blutzuckers, Stärke und Cellulose in Pflanzen, Lysosomen, RNA Synthese und Prozessierung, Proteinbiosynthese, Aminosäureaktivierung, gentechnische Methoden, DNA Sequenzierung, Herstellung rekombinanter Proteine</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die Grundlagen des Stoffwechsels in Zellen und die Regulationsprinzipien von Enzymen sowie deren Bedeutung für die Physiologie tierischer und pflanzlicher Organismen • sind mit den Grundlagen der Molekularbiologie vertraut • können thermodynamische Gesetzmäßigkeiten auf biologische Systeme anwenden • sind in der Lage alle wesentlichen Biologischen Makromoleküle zu beschreiben und kennen ihre Bausteine • beherrschen die chemischen Grundlagen der wichtigsten biochemischen Reaktionen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten) Klausur (60 Minuten) Klausur (90 Minuten)	

		Bitte beachten: Die Prüfung kann nach Wahl der Studierenden entweder in Form einer Klausur im Umfang von 90 Minuten (100%) oder in Form von zwei Teilklausuren à je 60 Minuten (jeweils 50%) zu den einzelnen Bereichen (Biochemie 1 und Biochemie 2) erbracht werden!
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (50%) Klausur (50%) Klausur (100%) Bitte beachten: Klausur Biochemie 1 (50%/im WS) + Klausur Biochemie 2 (50%/im SoSe) oder alternativ eine Gesamtklausur (100%) im Sommersemester
12	Turnus des Angebots	Start nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • J.M. Berg, L. Stryer, J.L. Tymoczko: Biochemie (Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 6. Aufl.); • D.L. Voet et al: Lehrbuch der Biochemie (Wiley VCH, 2.Aufl., 2010); • D. Nelson and Cox : Lehninger principles of biochemistry (Freeman; 5. Ed.. 2008); • T.A. Baker et al.: Watson: Molekularbiologie (Pearson Studium, 6. Aufl. 2010)

1	Modulbezeichnung 62058	Datenmanagement Data management	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Datenmanagement (2 SWS) Praktikum: ThC - ab initio -PR (4 SWS) Bitte beachten: Anwesenheitspflicht im Praktikum!	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Rainer Fink Dr. Nicolaas van Eikema Hommes Prof. Dr. Andreas Görling	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Rainer Fink	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Ethik in den Naturwissenschaften • Datenerfassung/Daten-/Experimentdokumentation, digitales Laborbuch • Darstellung von Daten • Bildanalyse • Präsentation von Daten & Forschungsergebnissen auf Workshops, Konferenzen und in wissenschaftlichen Publikationen; wissenschaftlicher Vortrag • Richtlinien für die Bereitstellung von Daten • Big Data und Chemie 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • werden im sensiblen Umgang mit wissenschaftlichen Daten geschult • sind mit Schlüsselkonzepten des Datenmanagements, der Datenanalyse und Datenpräsentation vertraut 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung pÜL: benoteter Praktikumsbericht, 30 - 50 Seiten zzgl. Rohdatendokumentation	
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung 64640	Mathematik für Naturwissenschaftler (MNat) Mathematics for natural scientists	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Mathematik für Naturwissenschaften (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Alexander Prechtel	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Alexander Prechtel	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der linearen Algebra und Analysis • Komplexe Zahlen • Lineare Abbildungen, Matrizen, Gauss-Algorithmus, Determinanten, Eigenwerte und Eigenvektoren, Diagonalisierung • Stetige und differenzierbare Funktionen, Taylor-Reihen, Integralrechnung • Stabilitätsanalyse linearer Differentialgleichungssysteme <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • definieren und erklären Grundbegriffe der Analysis und linearen Algebra; • verwenden grundlegende Verfahren und Algorithmen; • diskutieren Funktionen, Folgen und Reihen; • sammeln relevante Informationen, erkennen Zusammenhänge und bewerten diese. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	Sämtliche Literatur mit Titel "Mathematik für Chemiker" oder "Ingenieursmathematik".	

1	Modulbezeichnung 62029	Organische Chemie 1 Organic chemistry 1	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Organische Chemie 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Hirsch	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Hirsch	
5	Inhalt	<p>Grundlegende Konzepte und Stoffklassen der Organischen Chemie, chemische Terminologie, chemische Eigenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alkane, Alkene, Alkine • Delokalisierte pi-Systeme • Stereoisomerie • Alkohole • Ether • Aldehyde und Ketone • Carbonsäuren und Derivate • Amine und Aminosäuren • Heterocyclen • Dicarbonylverbindungen • Biopolymere und Bioaggregate - Grundbausteine des Lebens und der Biochemie • Biochemische Grundprozesse 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die elementaren Stoffklassen organischer Moleküle und können deren physikalische und chemische Eigenschaften verstehen und einschätzen • kennen die Eigenschaften von funktionellen Gruppen in organischen Molekülen • beherrschen die chemische Terminologie und einfache Syntheseprozesse. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	<p>Klausur (100%) Für die Studiengänge BSc Chemie und Molecular Science: GOP-Bestandteil!* (*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)</p>	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	<p>Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• K.P.C Vollhardt, N.E. Schore: Organische Chemie (WileyVCH)

1	Modulbezeichnung 62033	Organische Chemie 2 Organic chemistry 2	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Organische Chemie II -Sem (2 SWS) Vorlesung: Organische Chemie II -VL (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Alexander Scherer Prof. Dr. Henry Dube	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Henry Dube	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Reaktionstypen in der organischen Chemie: SR, SN, Additionen, Eliminierungen, SEAr, SNAr, Umlagerungen, Pericyclische Reaktionen, Organisch-chemische Mechanismen biochemisch relevanter Transformationen. • Das begleitende Seminar vertieft und erweitert Kenntnisse, die in der Vorlesung erhalten wurden. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die grundlegenden Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie: SR, SN, Additionen, Eliminierungen, SEAr, SNAr, Umlagerungen, Pericyclische Reaktionen, Organisch-chemische Mechanismen biochemisch relevanter Transformationen. • können organisch-chemische Grundlagen auf ihnen unbekannte Reaktionen übertragen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • K.P.C. Vollhardt, N.E. Schore: Organische Chemie (WileyVCH) 	

1	Modulbezeichnung 62036	Organische Chemie 3 Organic chemistry 3	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Organische Chemie 3 (2 SWS) Übung: Organische Chemie 3 - Übungen (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Henry Dube Dr. Alexander Scherer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Henry Dube	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Charakterisierung chemischer Verbindungen mittels NMR: Physikalische Grundlagen, Kernspin, Drehimpuls, Spektrometereaufbau, chemische Verschiebung, Integration, Spin-Spin-Kopplung, Systematik der Spektren von Verbindungsklassen, Grundlagen dynamischer NMR-Spektroskopie, Grundlagen der Puls-Fourier-Transformations-Spektroskopie, ¹³C-NMR-Spektroskopie, Verfahren zur Ermittlung der ¹³C-Multiplizität. • IR: Valenz-/Deformations Normalschwingungen, Gruppenfrequenzen, Spektrometereaufbau, Absorptionsbereiche typischer funktioneller Gruppen, Fingerprintbereich, Ober- und Kombinationsschwingungen am Beispiel Aromaten, Carbonylverbindungen. • UV-/vis: Elektronische Übergänge, Schwingungsfeinstruktur, Lambert-Beer-Gesetz, Spektrometereaufbau, Aufnahmetechniken, pi- und n-pi-Übergänge, organische Farbstoffe. • MS: Ionisierungstechniken, Spektrometereaufbau, spektrale Auflösung • Das begleitende Seminar vertieft und erweitert Kenntnisse, die in der Vorlesung erhalten wurden. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die grundlegenden spektroskopischen Methoden, • können einfache Molekülspektren interpretieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird empfohlen, vor Modulbeginn folgende Module erfolgreich absolviert zu haben: <ul style="list-style-type: none"> • Organische Chemie 1 • Organische Chemie 2 	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• Hesse, Meier, Zeeh, Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie

1	Modulbezeichnung 62056	Organische Chemie 4 Organic chemistry 4	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Organische Chemie 4 (2 SWS) Seminar: Organische Chemie 4 - Seminar (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Norbert Jux apl. Prof. Evgeny Kataev	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Norbert Jux	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Chemie der Heterozyklen • Erläuterung der verschiedenen Nomenklatorsysteme; Generelle Reaktivität; Vorkommen von Heterocyclen und ihre Bedeutung in der Natur, als Pharmazeutika und in den Materialwissenschaften; Drei-, Vier-, Fünf-, Sechs- und Siebenringheterozyklen. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden verfügen über ein <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Nomenklatur • Verständnis der grundlegenden Eigenschaften • Verständnis der Entwicklung von Synthesewegen von Heterozyklen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird dringend empfohlen, vor Modulbeginn folgende Module erfolgreich abgelegt zu haben: <ul style="list-style-type: none"> • Organische Chemie 1 • Organische Chemie 2 • Organische Chemie 3 	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<i>(Siehe Vorlesung)</i>	

1	Modulbezeichnung 66382	Physik 1 Physics 1	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Experimentalphysik für Naturwissenschaftler I (1 SWS) Vorlesung: Experimentalphysik für Naturwissenschaftler I (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Norbert Lindlein Prof. Dr. Stephan Götzinger	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stephan Götzinger Prof. Dr. Norbert Lindlein	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Experimentalphysik: Erkenntnisprozesse und Methoden der modernen Physik, Struktur der Materie, Wechselwirkungen, Einteilung der Physik in Teilgebiete, physikalische Größen: SI System, Messgenauigkeit, Messfehler • Mechanik: Punktmechanik, Mechanik starrer Körper, Schwingungen und Wellen, Mechanik von Flüssigkeiten und Gasen, Strömungsmechanik • Wärmelehre: Grundlagen, Hauptsätze der Wärmelehre, Wärmetransport, Phasenübergänge • Vertiefung und Ergänzung der Vorlesungsinhalte durch Übungsaufgaben 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Grundlagen der Experimentalphysik aus dem Bereich der Mechanik und grundlegender Wärmelehre • wenden statistische Methoden zur Fehlerabschätzung der Messergebnisse an • setzen die Vorlesungsinhalte mit Hilfe thematisch passender Übungsaufgaben praktisch um. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Klausur in elektronischer Form im Antwort-Wahl-Verfahren	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, "Physik", Wiley-VCH• P.A. Tipler, "Physik", Spektrum Akad. Verlag• J. Orear, "Physik", Hanser Fachbuch Verlag• E. Hering, R. Martin, M. Stohrer, "Physik für Ingenieure", Springer• W. Demtröder, "Experimentalphysik 1-Mechanik und Wärme", Springer

1	Modulbezeichnung 66383	Physik 2 Physics 2	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Experimentalphysik für Naturwissenschaftler II (1 SWS) Vorlesung: Experimentalphysik für Naturwissenschaftler II (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Norbert Lindlein	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stephan Götzinger Prof. Dr. Norbert Lindlein	
5	Inhalt	<p>I. Elektrizitätslehre</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung: Feldbegriff, elektrische Ladung, Ladungstransport, Stromstärke, Spannung, Widerstand, Ohmsches Gesetz 2. Zeitunabhängige elektrische Felder, Quellen statischer elektrischer Felder, Plattenkondensator, Kapazität, Materie im elektrischen Feld 3. Zeitunabhängige magnetische Felder, Erzeugung magnetischer Felder, Lorentzkraft, magnetische Flußdichte, magnetischer Fluß, Materie im Magnetfeld: Dia-, Para-, Ferromagnetismus 4. Zeitabhängige elektromagnetische Felder, Magnetische Induktion, Lenzsche Regel, zeitlich veränderliches elektrisches Feld Elektronenröhre 5. Wechselstrom, Wechselstromwiderstände, elektrische Leistung, elektrische Schwingkreise, Effektivwerte für Strom und Spannung 6. Elektromagnetische Wellen, Wellengleichungen, Hertzscher Dipol, weitere Wellenerscheinungen <p>II. Optik</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Geometrische Optik: Natur des Lichts, Brechung und Reflexion des Lichts, Abbildung durch Linsen, optische Instrumente 2. Wellenoptik: Kohärenz, Interferenz, Beugung an Spalt und Gitter, Auflösungsvermögen von Fernrohr und Mikroskop, Interferometer, polarisiertes Licht, Doppelbrechung, Streuung und Absorption von Licht 3. Quantenoptik: Licht als Teilchen, Photoeffekt, Comptoneffekt, Röntgenstrahlung, Plancksches Strahlungsgesetz 4. Materiewellen: Elektronen als Welle, Elektronenbeugung, De Broglie Wellenlänge <p>III. Atomphysik</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Franck-Hertz Versuch, Bohr'sches Atommodell 2. Wasserstoffatom, Schalenmodell, elektromagnetische Übergänge <p>*IV. Kernphysik*</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kernaufbau, Bindungsenergie, Tröpfchenmodell 2. Radioaktive Strahlung 3. Kernspaltung 4. Kernfusion <p>IV. Teilchenphysik</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen grundlegende Prinzipien zum Elektromagnetismus, zur Optik und zur Atomphysik dar 	

		<ul style="list-style-type: none"> • setzen die Vorlesungsinhalte mit Hilfe thematisch passender Übungsaufgaben praktisch um.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Klausur in elektronischer Form im Antwort-Wahl-Verfahren
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Paul A. Tipler and Gene Mosca, Physik für Wissenschaftler und Ingenieure (7. Auflage), Springer, ISBN 978-3-642-54166-7 (eBook)

1	Modulbezeichnung 62030	Physikalische Chemie 1 Physical chemistry 1	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Physikalische Chemie 1 - Übung (1 SWS) Vorlesung: Physikalische Chemie 1 (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Guido Sauer Prof. Dr. Dirk Michael Guldi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Peter Steinrück	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der chemischen Thermodynamik: Temperatur, Arbeit, Wärmeaustausch, Innere Energie, Enthalpie, Wärmekapazität, Carnotscher Kreisprozess, Entropie, Hauptsätze der Thermodynamik, ideales Gas, kinetische Gastheorie, statistische Thermodynamik (Boltzmann-Statistik) • Chemische Thermodynamik: Reale Gase, Zweiphasengebiet, Mischphasen, Gibbsche Fundamentalgleichungen, chemisches Potenzial, Phasengleichgewichte und -übergänge, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz, Grenzflächen • Elektrochemie: Elektrolyte, Ionenwanderung, Leitfähigkeit, elektrochemisches Potenzial, Halbzellen, Zellspannung, Nernstsche Gleichung 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Grundbegriffe der Thermodynamik und können diese im chemischen Kontext anwenden • interpretieren thermodynamische Sachverhalte wie z. B. die Hauptsätze der Thermodynamik, die kinetische Gastheorie sowie die Gibbschen Fundamentalgleichungen • erläutern die Grundprinzipien von Gleichgewichten und wenden diese auf Phasendiagramme und Phasenübergänge an • beschreiben chemische Gleichgewichte und Grenzflächengleichgewichte und erschließen Zusammenhänge mit Phasengleichgewichten • geben die Grundlagen der Elektrochemie wieder • diskutieren die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit und des elektrochemischen Potenzials von verschiedenen Parametern wie z. B. Konzentration und Temperatur • wenden physikalisch-chemische Gesetze zur Lösung von Übungsaufgaben an und berechnen physikalische Größen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) GOP-Bestandteil!* (*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • G. Wedler, H.-J. Freund: Lehrbuch der Physikalischen Chemie (Wiley-VCH); • P. W. Atkins, C. A. Trapp: Physikalische Chemie (Wiley-VCH)

1	Modulbezeichnung 62031	Physikalische Chemie 2 Physical chemistry 2	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Physikalische Chemie 2 - Übung (2 SWS) Vorlesung: Physikalische Chemie 2 (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Guido Sauer Prof. Dr. Dirk Michael Guldi Dr. Andreas Bayer Prof. Dr. Hans-Peter Steinrück	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Peter Steinrück	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • *Einführung in die Prinzipien der Quantentheorie*: Aufbau der Atome, Eigenschaften von Elektronen, Eigenschaften von Licht (Strahlungsgesetz, Photoeffekt, Comptoneffekt), Dualismus Welle-Teilchen, Spektrallinien von Atomen, Bohrsches Atommodell • *Schrödinger-Gleichung*: Energie und Wellenfunktion, Potenzialtöpfe/Potenzialwall, starrer Rotator, harmonischer Oszillator • *Wasserstoffatom*: Winkel- und Radialanteil der Schrödinger-Gleichung, Eigenfunktionen, Drehimpuls und Quantenzahlen • *Atomaufbau und Periodensystem*: Spektren wasserstoffähnlicher Atome, Spektren von Alkali- und von Mehrelektronenatomen, Röntgen- und Auger-Prozess, Pauli-Prinzip und Hundzsche Regel • *Chemische Bindung*: Ionenbindung, kovalente Bindung, metallische Bindung, van der Waals-Bindung, Wasserstoff-Brücken-Bindung • *Kinetik*: Reaktionsordnung, Folge- und Parallelreaktionen, Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit, experimentelle Methoden, mikroskopische Reversibilität, chemische Relaxation, Quasistationarität, Reaktionsmechanismen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben die Prinzipien der Quantentheorie wieder und diskutieren die Analogien zur Mechanik • nennen die Eigenschaften von Elektronen und Licht und erläutern den Dualismus Welle Teilchen • erläutern das Bohrsche Atommodell und interpretieren die Spektrallinien der Atome • wenden die Schrödinger-Gleichung auf einfache Systeme wie z. B. Teilchen in Kasten oder Potenzialtopf, Rotator und Oszillator an • beschreiben das Wasserstoffatom mit Hilfe der Schrödinger-Gleichung und diskutieren die Bedeutung der Quantenzahlen • interpretieren die Spektren von Ein- und Mehrelektronenatomen und erschließen den Aufbau des Periodensystems 	

		<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Grundzüge chemischer Bindungen und unterscheiden die verschiedenen Bindungsarten • erläutern die Grundbegriffe der Kinetik • ermitteln die Geschwindigkeitsgesetze für chemische Reaktionen und erläutern den Einfluss der Temperatur • skizzieren experimentelle Methoden und Auswertungen kinetischer Messungen • erläutern die Kinetik komplizierterer Reaktionen mittels der Prinzipien der mikroskopischen Reversibilität und der Quasistationarität • wenden physikalisch-chemische Gesetze zur Lösung von Übungsaufgaben an und berechnen physikalische Größen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • G. Wedler, H.-J. Freund: Lehrbuch der Physikalischen Chemie (Wiley-VCH), • P. W. Atkins, C. A. Trapp: Physikalische Chemie (Wiley-VCH)

1	Modulbezeichnung 62037	Physikalische Chemie 3 Physical chemistry 3	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Physikalische Chemie 3 - Übung (1 SWS) Vorlesung: Physikalische Chemie 3 (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Andreas Bayer Prof. Dr. Hans-Peter Steinrück	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Michael Guldi	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • *Statistische Theorie der Materie:* Klassische Statistik und Quantenstatistiken, Statistische Thermodynamik, Kinetische Gastheorie • *Transporterscheinungen:* mittlere freie Weglänge, Stoßzahlen, Diffusion, innere Reibung, Wärmeleitfähigkeit, elektrische Leitfähigkeit verschiedener Materialklassen • *Kinetik Vertiefung:* Theorie der Kinetik, Reaktionen in Lösung, Heterogene Reaktionen, Katalyse, Elektrodenprozesse • *Materie in elektrischen und magnetischen Feldern* • *Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie:* Lambert-Beersches Gesetz, Quantenmechanische Behandlung der Absorption, Rotations- und Schwingungsspektrum, Rotations-Schwingungsspektrum, Raman-Spektrum, Elektronenbandenspektrum, Emission aus angeregten Zuständen, Photoelektronenspektroskopie, Magnetische Resonanz, Mössbauer-Spektroskopie 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • ermitteln Zustandsdichte anhand des Impuls- und Phasenraums • beschreiben und unterscheiden die verschiedenen Statistiken und Verteilungsfunktionen • beschreiben makroskopische Beobachtungen mit Hilfe der statistischen Theorie der Materie • erläutern Grundbegriffe bei Transporterscheinungen wie z. B. die mittlere freie Weglänge und die Stoßzahlen • beschreiben unterschiedliche Transportphänomene in Gasen (Diffusion, innere Reibung, Wärmeleitfähigkeit) sowie Festkörpern (elektrische Leitfähigkeit) und erklären Gemeinsamkeiten und Unterschiede • erläutern die Theorie der Kinetik und wenden diese z. B. bei Reaktionen in Lösung, heterogenen Reaktionen, Katalyse und Elektrodenprozessen an • beschreiben und interpretieren die Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit Materie • skizzieren verschiedene Methoden der Spektroskopie und moderner spektroskopischer Messtechniken • wenden das erlernte Wissen in den Übungen praktisch und gezielt an und diskutieren die Ergebnisse 	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • G. Wedler, H.-J. Freund: Lehrbuch der Physikalischen Chemie (Wiley-VCH) • P. W. Atkins, C. A.. Trapp: Physikalische Chemie (Wiley-VCH)

1	Modulbezeichnung 62039	Praktikum Organische Chemie Laboratory course: Organic chemistry	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Organische Chemie (13 SWS) Seminar: Praktikum Organische Chemie - Seminar (1 SWS) Bitte beachten: <ul style="list-style-type: none"> Anwesenheitspflicht bei der Sicherheitsunterweisung und im Praktikum! 	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Norbert Jux	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Norbert Jux	
5	Inhalt	<p>PR:</p> <ul style="list-style-type: none"> weiterführende organisch-chemische Umsetzungen, z.B. spezielle Carbonylkondensationen, Zykladditionen, Aromatenchemie, Peptidchemie; begleitende Charakterisierung der Präparate mittels z.B. IR, NMR, UV/Vis, MS. <p>SEM (jeweils praktikumsbegleitend):</p> <ul style="list-style-type: none"> Ergänzungen zur Vorlesung mit speziellem Bezug zu Praktikumspräparaten; Erläuterung der Theorie und spezieller apparativer Aufbauten in der Organischen Synthese. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> kennen elementare und weiterführende organische Synthesetechniken, die sie in der Laborpraxis gezielt umsetzen beherrschen die notwendigen analytischen Methoden verfügen über anwendbares Wissen zum Umgang mit Gefahrstoffen und Abfällen in chemischen Laboratorien. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung pÜL (PL): Bewertetes Platzkolloquium für jedes Präparat: Bewertung jedes Präparates (Aussehen, Reinheit), Bewertung der jeweiligen praktischen Durchführung, Bewertung der zugehörigen Protokolleinträge	
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (100%) Berechnung der Modulnote: Durchschnittsnote aus den „Präparatenoten“	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 210 h Eigenstudium: 90 h	

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• Organikum, Wiley-VCH in der aktuellsten Auflage

1	Modulbezeichnung 62034	Praktikum Physikalische Chemie Laboratory course: Physical chemistry	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Datenauswertung und Visualisierung (1 SWS) Praktikum: Praktikum Physikalische Chemie (9 SWS) Seminar: Seminar zum Praktikum Physikalische Chemie (1 SWS) Bitte beachten: <ul style="list-style-type: none"> • Aus Sicherheitsgründen ist die Teilnahme am Praktikum nur nach bestandenen Eingangskolloquium möglich! • Anwesenheitspflicht im Praktikum! 	10 ECTS
3	Lehrende	Dr. Christian Ehli Dr. Andreas Bayer Prof. Dr. Hans-Peter Steinrück Prof. Dr. Dirk Michael Guldi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Peter Steinrück	
5	Inhalt	PR: <ul style="list-style-type: none"> • 10 Experimente mit je 1-2 Versuchen aus den Themengebieten Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht, Phasengleichgewichte, Elektrochemie, chemische Kinetik, Aufbau der Materie SEM: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbesprechung zu Versuchsvorbereitung und -durchführung • Versuchsauswertung (inklusive Fehlerrechnung und -diskussion) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • schätzen die Risiken beim Umgang mit Gefahrstoffen und Abfällen in chemischen Laboratorien ein • bedienen mit Hilfe von Versuchsvorschriften einfache physiko-chemische Apparaturen und erklären deren Funktionsweise und Grundprinzipien • erläutern die theoretischen Grundlagen zu den Versuchen • wenden die Prinzipien physikalisch-chemischer Arbeitstechniken auf die Versuche und das Protokollieren der Ergebnisse an • übertragen Vorlesungsinhalte auf experimentelle Anwendungen und ermitteln physikalische Größen • werten experimentelle Daten aus und stellen Ergebnisse dar • schätzen Messunsicherheiten ab und berechnen Messfehler. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio PL: mündliche Prüfung (20 min.) + SL: pÜL = Laborbericht (65 - 75 Seiten)
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 150 h Eigenstudium: 150 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • G. Wedler, H.-J. Freund: Lehrbuch der Physikalischen Chemie (Wiley-VCH), • P. W. Atkins, C. A. Trapp: Physikalische Chemie (Wiley-VCH)

1	Modulbezeichnung 62026	Praktikum Qualitative analytische Chemie Laboratory course: Qualitative analytical chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Qualitative Analytische Chemie (7 SWS) Bitte beachten: <ul style="list-style-type: none"> Anwesenheitspflicht bei den Sicherheitsunterweisungen und bei der Platzvergabe im Laufe der Vorlesungszeit des Wintersemesters! Anwesenheitspflicht im Praktikum! 	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Jörg Sutter Prof. Dr. Nicolai Burzlaff	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nicolai Burzlaff	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Elementare Sicherheitsfragen beim Umgang mit Gefahrstoffen im nasschemischen und qualitativ analytischen Bereich. Sicherer Umgang mit den dabei verwendeten Chemikalien. Erlernen von Konzepten des chemischen Experimentierens. Erlernen der wissenschaftlichen Dokumentation durch Führen eines Laborjournals. 3 Einzelnachweise/Identifikationen von Einzelsubstanzen bzw. Salzen 3 Analysen von Mischungen ausgewählter Kationen und Anionen in klassischen Trennungsgängen (Anionenanalyse, Kationenanalyse, Vollanalyse). 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> erlernen handwerkliche bzw. praktische Techniken der nasschemischen, anorganischen Laborarbeit wenden die grundlegenden Laborarbeitstechniken zur qualitativen Bestimmung von Ionen in wässriger Lösung in der Laborpraxis an sind in der Lage wissenschaftliche Dokumentation in Form eines Laborjournals selbstständig zu erstellen verfügen über anwendbares Wissen zum Umgang mit Chemikalien, Gefahrstoffen und Abfällen in nasschemischen und qualitativ analytischen Laboratorien. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Für die Teilnahme am Praktikum ist das Bestehen der Klausur "Allgemeine und Anorganische Chemie" zum Nachweis des chemischen Grundwissens aus Sicherheitsgründen obligatorisch (nach § 8 Absatz 7 der Gefahrstoffverordnung hat der Arbeitgeber - also hier die Praktikumsleitung - dafür Sorge zu tragen, dass nur fachkundige Personen Zugang zu den Gefahrstoffen haben).	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung	

		pÜL(PL): Laborbericht, benotet = Anfertigung eines Laborjournals (ca. 50 Seiten) und eines Analysenheftes (ca. 10 Seiten), in denen als Dokumentation die Versuche bzw. Ergebnisse der chemischen Analysen protokolliert werden; die Leistungsbewertung erfolgt anhand der gefundenen, zu viel gefundenen sowie nicht gefundenen Analysenbestandteile. An Analysen sind 3 Identifikationen (bestehend aus jeweils 4 Substanzen), 2 Teilanalysen sowie eine Vollanalyse (zählt doppelt) durchzuführen.
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (100%) GOP-Bestandteil!* (*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • E. Schweda, Jander/Blasius Anorganische Chemie I – Theoretische Grundlagen und Qualitative Analyse, 19. Auflage, S. Hirzel Verlag GmbH & Co., 2021. • E. Dane, F. Wille, H. Laatsch, Kleines chemisches Praktikum, 10. Überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiley-VCH Verlag GmbH Co KgaA, 2004.

1	Modulbezeichnung 62045	Präparative Anorganische Chemie Preparative organic chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Präparative Anorganische Chemie - Praktikum (7 SWS) Seminar: Präparative Anorganische Chemie (1 SWS) Bitte beachten: • Anwesenheitspflicht bei der Sicherheitsunterweisung und im Praktikum!	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nicolai Burzlaff	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nicolai Burzlaff	
5	Inhalt	<p>SEM: Grundlagen der anorganischen Synthesechemie, Prinzipien der Kristallzucht, Darstellungsmethoden wasserfreier Metallsalze und ihre Festkörperstrukturen, Konzepte der allgemeinen, anorganischen Chemie (Mehrzentrenbindung, Hyperkonjugation, Mesomerie, Lewis-Säure-Base-Addukte) anhand einfacher Hauptgruppen-Element-Verbindungen, Siloxane und Silicone (Müller-Rochow Verfahren), Grignard-Reagenzien und Schlenk-Gleichgewicht, Phosphorsäureester (Insektizide) und Phosphane, einfache Halbsandwich-Komplexe.</p> <p>PR: Konzepte der chemischen Synthese, Methoden der Aufreinigung von Produkten, Kristallzucht-Experimente, Darstellung wasserfreier Metallsalze, Darstellung von Hauptgruppen-Element-Verbindungen, Darstellung von Prekursoren für die Koordinationschemie, Darstellung eines Triarylphosphans, Darstellung von Ferrocen als einfache metallorganische Verbindung</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erlernen handwerkliche bzw. praktische Techniken der organischen- und anorganischen Laborarbeiten • wenden erworbenes Wissen über grundlegende anorganische Reaktionstypen in einfachen Synthesaufgaben an • erarbeiten sich die Sachkompetenz zur Beurteilung von Strategien und zur praktischen Durchführung einfacher Synthesen von Hauptgruppen-Element- oder Übergangsmetallverbindungen • sind in der Lage wissenschaftliche Dokumentation in Form eines Laborjournals selbstständig zu erstellen • verfügen über anwendbares Wissen zum Umgang mit Gefahrstoffen im Bereich der anorganischen Synthesechemie. • erlernen und nutzen die wichtigsten Synthese- und Aufreinigungsmethoden. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung!	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	

		Bitte beachten: Studierende des LAG Chemie (an Gymnasien) können das Modul unter dem Namen "AC Synthese" als Modul im freien Bereich (Prüfungsnummer: 20411) mit 5 ECTS, unbenotet, einbringen!
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung pÜL(benotet): Bewertetes Platzkolloquium für jedes Präparat, Bewertung jedes Präparates (Aussehen, Reinheit), Bewertung der jeweiligen praktischen Durchführung, Bewertung der zugehörigen Protokolleinträge
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> C. Janiak, H.-J. Meyer, D. Gudat, P. Kurz, Riedel - Moderne Anorganische Chemie, 5. Auflage, Walter de Gruyter Verlag, Berlin 2018. (weitere Literaturangaben im Seminar)

1	Modulbezeichnung 62025	Qualitative analytische Chemie Qualitative analytical chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Qualitative Analytische Chemie (2 SWS) Seminar: Seminar Qualitative Analytische Chemie (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Jörg Sutter Prof. Dr. Nicolai Burzlaff	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nicolai Burzlaff	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Gerätekunde und Sicherheitshinweise • Einführung in die Grundlagen der Chemie der Haupt- und Nebengruppen-Elemente und ihrer wichtigsten anorganischen Verbindungen; • Methoden und Prinzipien der klassischen Qualitativen Analyse (Vorproben, Nachweisreaktionen, Flammenspektroskopie, Trennungsgang); • Vermittlung der Konzepte der allgemeinen, anorganischen und analytischen Chemie (Fällungs-, Säure-Base- und Redoxreaktionen); • Aufstellen stöchiometrisch korrekter Reaktionsgleichungen. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen die grundlegenden Laborarbeitstechniken zur qualitativen Bestimmung von Ionen in wässriger Lösung • wenden erworbenes Wissen zur qualitativen Bestimmung von Ionen in einfachen Analyseaufgaben an • verfügen über anwendbares Wissen zum Umgang mit Chemikalien, Gefahrstoffen und Abfällen in nasschemischen und qualitativ analytischen Laboratorien. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) GOP-Bestandteil! (*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	

16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• Jander/Blasius (Autoren: J. Strähle, E. Schweda), Lehrbuch der analytischen und präparativen Anorganischen Chemie, S. Hirzel Verlag GmbH & Co.; <p>(weitere Literaturangaben in Vorlesung und Seminar)</p>
----	--------------------------	--

1	Modulbezeichnung 62027	Quantitative analytische Chemie Quantitative analytical chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Quantitative Analytische Chemie (2 SWS)</p> <p>Praktikum: Quantitative analytische Chemie - Praktikum (5 SWS)</p> <p>Bitte beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Vorlesung beginnt erst Mitte des Wintersemesters im Januar und wird mit einem zweiten Teil im Sommersemester fortgesetzt! • Das dazugehörige Praktikum findet im Sommersemester statt! • Es besteht Anwesenheitspflicht bei der Platzvergabe, der Sicherheitsunterweisung im Rahmen des Seminars und während des Praktikums! • Die Sicherheitsunterweisung zum Praktikum Quantitative analytische Chemie findet im Rahmen des Seminars Instrumentelle Methoden der Quantitativen Analyse statt (als Teil von Anorganische Chemie 2 - Chemie der Metalle) statt! StudOn-Link zum Seminar: https://www.studon.fau.de/crs4940666_join.html, StudOn-Link zum Praktikum: https://www.studon.fau.de/crs4940684_join.html) 	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Romano Dorta Dr. Frank Heinemann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Romano Dorta	
5	Inhalt	<p>VORL (Dorta):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Statistische Auswertung analytischer Daten • Die Chemie wässriger Lösungen, Effekt von Elektrolyten auf das Gleichgewicht • Die systematische Methode zur Berechnung komplexer Gleichgewichte • Titrimetrische Methoden: Säure-Base, EDTA, Argentometrie Redox- & Potentiometrische Titrationskurven, Indikatoren. Anwendungen (Kjeldahl, Mohr, Vollhard, Fajans) • Gravimetrische Methoden, CHNS Elementaranalyse • Elektrochemie und Redox-Gleichgewichte, elektrochemische Zellen, Elektrodenpotentiale, Referenz- und Indikatorelektroden <p>PR (Heinemann):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassische Verfahren: Potentiometrische Säure-Base-Titration; Konduktometrische Säure-Base-Simultantitration; Konduktometrische Fällungstitration; Argentometrie; Komplexometrie; Gravimetrie. • Instrumentelle Analyse: Ionenchromatographie; Flammenemissionsspektroskopie; etc. • Assistentenkolloquium zu allen Analysen. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden	

		<ul style="list-style-type: none"> • verwenden grundlegende Prinzipien und Arbeitstechniken instrumenteller Analysenmethoden auf der Basis von Elektrochemie, Atom- und Molekülspektroskopie sowie Ionenchromatographie für die Durchführung von quantitativen Analysen • wenden die Laborarbeitstechniken zur quantitativen Bestimmung von Ionen in wässriger Lösung in der Laborpraxis an • werten die gewonnenen Daten unter Nutzung von Kalibrierungen und Fehlerbetrachtungen im Lerngebiet aus und erstellen ein entsprechendes Laborprotokoll
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Klausur (60 Minuten) Praktikumsleistung</p> <p>Die Prüfung besteht aus einer Klausur (60 Minuten, benotet) und einer Praktikumsleistung (pÜL, benotet):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassische Verfahren (6 Analysen): Potentiometrische Säure-Base-Titration; Konduktometrische Säure-Base-Simultantitration; Konduktometrische Fällungstitration; Argentometrie; Komplexometrie; Gravimetrie. • Instrumentelle Methoden (4 Analysen): Ionenchromatographie; Flammenemissionsspektroskopie; AAS-Simultanbestimmung, Kolorimetrie-Assistentenkolloquium zu allen Analysen. • Laborprotokoll (Umfang ca. 30 Seiten mit Versuchsbedingungen, graphischen und rechnerischen Auswertungen, zusätzlich Abgabe der Originaldaten)
11	Berechnung der Modulnote	<p>Klausur (50%) Praktikumsleistung (50%) GOP-Bestandteil!* (*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)</p>
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	<p>Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 45 h</p>
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript (online auf StudOn verfügbar) • Holler & Crouch, Skoog & West's Fundamentals of Analytical Chemistry, 9th edition, Cengage

- Harris, Quantitative Chemical Analysis, 8th edition, Freeman Palgrave Macmillan
- Schwedt, Taschenatlas der Analytik, 4. Auflage, Wiley-VCH.

1	Modulbezeichnung 62016	Theoretische Chemie 1 Theoretical chemistry 1	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Theoretische Chemie 1 - Übung (2 SWS) Vorlesung: Theoretische Chemie 1 (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernd Meyer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Petra Imhof	
5	Inhalt	<p>VORL:</p> <ul style="list-style-type: none"> komplexwertige Funktionen und ihre Bedeutung in der Quantenmechanik, Funktionen mehrerer Veränderlicher und deren Visualisierung, Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher und ihre Anwendung in der Thermodynamik (Differenziale, Wegintegrale, Potentialfunktionen), Vektorfunktionen und ihre Ableitung, Koordinatentransformationen und deren Bedeutung bei der Behandlung physikalischer Probleme, Differentialgleichungen, Rechnen mit Vektoren und Matrizen im Hinblick auf Anwendungen in der Quantenmechanik und Basisdarstellungen von Funktionen. <p>UE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Erlernen praktischer Rechentechniken Behandlung vertiefender Beispiele zum Stoff der Vorlesung 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> verfügen über mathematische Grundlagen und deren Anwendung in der Quantenmechanik und Thermodynamik sind in der Lage, einfache Differentialgleichungen und typische Integrale eigenständig zu lösen können mit Vektoren und Matrizen rechnen und diese in der Quantenmechanik und in der Basisdarstellung von Funktionen gezielt anwenden sind in der Lage, typische algebraische Probleme mit Hilfe passender Rechentechniken zu lösen und im Rahmen der praktischen Übungen anzuwenden. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) GOP-Bestandteil! (*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• N. Rösch: Mathematik für Chemiker (Springer Verlag)

1	Modulbezeichnung 62059	Theoretische Chemie 2 Theoretical chemistry 2	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Theoretische Chemie 2 (Übungen) (2 SWS) Vorlesung: Theoretische Chemie 2 (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Christian Neiß Prof. Dr. Andreas Görling	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Görling	
5	Inhalt	<p>VORL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begriffe und Grundprinzipien der Quantenmechanik • Teilchen im Kasten • Tunneleffekt • harmonischer Oszillator • quantenmechanische Behandlung des Drehimpulses • Wasserstoffatom • Elektronenspin und Pauli-Prinzip • Aufbau der Atome • angeregte Zustände • einfache zweiatomige Moleküle. <p>UE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erlernen praktischer Rechentechniken • Behandlung vertiefender Beispiele zum Stoff der Vorlesung. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über grundlegende Kenntnisse der Quantenmechanik und deren Anwendung zur Beschreibung von Strukturen, des Atomaufbaus und der Theorie der chemischen Bindung • kennen praktische Rechentechniken des Lerngebietes und können diese auf vertiefende Beispiele aus dem Stoff der Vorlesung selbständig anwenden. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Es wird dringend empfohlen, vor Modulbeginn folgendes Modul erfolgreich besucht zu haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Chemie 1 	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Ein umfassendes Manuskript für die Vor- und Nachbereitung des Stoffes der Vorlesung und der Übungen wird auf StudOn zur Verfügung gestellt!

1	Modulbezeichnung 62038	Theoretische Chemie 3 Theoretical chemistry 3	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Theoretische Chemie 3 (2 SWS) Vorlesung: Theoretische Chemie 3 (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Christian Neiß Prof. Dr. Andreas Görling	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Görling	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Mehrelektronenwellenfunktionen, Slater-Determinanten • Einführung in die Hartree-Fock-Methode • Einführung in die Dichtefunktionaltheorie • Anwendungsbeispiele quantenchemischer Methoden • Mathematische Grundlagen der Gruppentheorie • molekulare Punktgruppen • Konstruktion symmetrieadaptierter Linearkombinationen von Atomorbitalen • Molekülorbitale und ihre Symmetrie • Molekülschwingungen in harmonischer Näherung • Symmetrierauswahlregeln in der IR-Spektroskopie 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Grundlagen der wichtigsten quantenchemischen Methoden und deren Anwendung auf • Mehrelektronensysteme (Atome und Moleküle) • verstehen und beherrschen die Prinzipien der Molekülorbitaltheorien und können verschiedene Bindungstypen beschreiben und erklären • sind mit den Grundlagen der Gruppentheorie und ihrer Anwendung in der Chemie vertraut • verstehen gruppentheoretische Sachverhalte und deren Anwendung auf verschiedene Spektroskopien 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Es wird dringend empfohlen, vor Modulbeginn folgende Module erfolgreich abgelegt zu haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Chemie 1 • Theoretische Chemie 2 	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Ein umfassendes Skript für die Vor- und Nachbereitung des Stoffes der Vorlesung und der Übungen wird auf StudOn zur Verfügung gestellt.

1	Modulbezeichnung 22021	Toxikologie und Rechtskunde Toxicology and jurisprudence	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen der Gefahrstoffverordnung (4 SWS) Bitte beachten: <ul style="list-style-type: none"> Die Vorlesung zur Toxikologie findet nur im Wintersemester statt, die Vorlesung zur Rechtskunde nur im Sommersemester! 	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Carlos Dücker-Benfer	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Carlos Dücker-Benfer	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Toxikologie: Grundbegriffe und Definitionen in der Toxikologie, Grundlagen der Lehre von unerwünschten Wirkungen von Substanzen auf lebende Organismen und das Ökosystem, Zusammenhänge zwischen Exposition, Expositionsdauer, Toxikokinetik (Resorption, Verteilung, Metabolismus, Elimination), Toxikodynamik und Wirkmechanismen Risikoermittlung und beurteilung, Grenzwerte und Beurteilungsparameter, Wirkungen ausgewählter Stoffe und Stoffklassen, ausgewählte Aspekte der Biochemie. Rechtskunde: Arten von Rechtsnormen, Grundzüge der Gesetz- und Verordnungsgebung in der BRD, Inhalte der wichtigsten Rechtsvorschriften im Bereich des Umwelt- und Chemikalienrechts, Bestimmungen zur Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, EU-Verordnungen zum Thema, Grundzüge des Lebensmittelrechts. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> kennen Grundbegriffe und Definitionen der Toxikologie und sehen Zusammenhänge zwischen Exposition, Expositionsdauer, Toxikokinetik (Resorption, Verteilung, Metabolismus, Elimination), Toxikodynamik und Wirkmechanismen können Risiko auf dem Lerngebiet ermitteln und beurteilen, kennen Grenzwerte und Beurteilungsparameter und wissen um die Toxikologie ausgewählter Stoffe und Stoffklassen sind sich in ihrem Handeln der Wirkung von toxischen Substanzen auf lebende Organismen und die Umwelt bewusst und wissen um unerwünschte Wirkungen von Substanzen auf das Ökosystem kennen die wichtigsten Gesetze und Rechtsvorschriften im Bereich des Umwelt- und Chemikalienrechts in der BRD und in der EU sind mit den Grundzügen des Lebensmittelrechts und mit den Bestimmungen zur Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz vertraut. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3	

9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Chemie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Inhalt der Klausur: 50% Toxikologie- & 50% Rechtskundefragen Bitte beachten: <ul style="list-style-type: none"> • Um den offiziellen Sachkundenachweis zu erlangen, kann freiwillig eine erweiterte Klausur (über 120 Minuten) geschrieben werden!
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	Start nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Toxikologie f. Chemiker, G. Eisenbrand; M. Metzler: • Toxikologie für Chemiker und Biologen, W. Dekant; S. Vamvakas; • Schriftenreihen der LUK, ChemG, ChemVerbotV, GefStoffV

Vertiefung Anorganische Chemie

1	Modulbezeichnung 62046	Anorganische Chemie vertieft Advanced inorganic chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Orientierungsmodul AC (4 SWS) Bitte beachten: Das Modul besteht aus den Vorlesungen "Homogene Katalyse" (Harder/Dorta) und "Materials" (Bachmann/Mandel)!	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sjoerd Harder Prof. Dr. Romano Dorta Prof. Dr. Julien Bachmann Prof. Dr. Karl Mandel	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Julien Bachmann
5	Inhalt	<p><u>Vorlesung "Homogene Katalyse" (Harder/Dorta):</u> Teil Harder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung und Einordnung verschiedener Katalyse Disziplinen • Grundprinzipien und Mechanismen in der Katalyse • Historisch wichtige Katalyse-Zyklen • Einführung in der Polymerchemie und Katalyse • Übergangsmetall-freie Katalyse <p>Teil Dorta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die wichtigsten Regeln und Reaktionsschritte der Organometallchemie im Überblick • Katalytische Hydrierungen von Alkenen (Wilkinson, Crabtree), Aromaten (IFP-Verfahren), und kleinen Molekülen, wie CO₂, CO (Fischer-Tropsch, Methanol Synthese), O₂, N₂ (Haber-Bosch), Modell-Komplexe von Katalysatoren • Katalytische C-C Bindungsbildung: Kreuzkupplungen (Heck, Suzuki, Negishi), Hydrocyanierung und Hydroformylierung von Alkenen, Carbonylierungen (Monsanto/BP Essigsäureverfahren, Reppe, Pauson-Khand), Oligomerisierungen (SHOP, Dimersol, Hüls), direkte Friedel-Crafts, Alken-Metathese (Chauvin Mechanismus, Schrock-Carbene & Grubbs-Katalysatoren) • Katalytische C-O Bindungsbildung: Wacker Oxydierung, Epoxydierung (Propylen Oxyd nach Halcon/ARCO, Enichem/BASF-Dow HPPO), „grüne“ Wege zu Adipinsäure (Noyori) • Katalytische C-N Bindungsbildung: Kreuzkupplungen, Hydroaminierung von Alkenen <p><u>Vorlesung "Materials" (Bachmann/Mandel):</u> Teil Mandel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generelle Einführung in Materialien – Klassen, Bedeutung, neue chemische Konzepte für innovative Materialien • Grundsätzliches zur ganzheitliche Materialcharakterisierung • Materialcharakterisierung an einem Beispielfall: Zusammensetzung, mikroskopische Struktur, Kristallinität, Porosität, optische, magnetische und weitere Eigenschaften <p>Teil Bachmann:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Röntgenspektroskopische Methoden (XAS, Fluoreszenz, XPS)

		<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächenempfindliche Methoden und Dünnschichtcharakterisierung auf der Basis von Photonen und Elektronen • Mikroskopische Methoden auf der Basis einer direkten Abbildung und eines Rastersonden-Ansatzes
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen Konzepte und Grundprinzipien der molekularen Katalyse mit Haupt- und Nebengruppenmetallen • können selbständig plausible katalytische Zyklen formulieren • kennen die wichtigsten klassischen Katalysezyklen • kennen die wichtigsten Anwendungen löslicher Metallkomplexe in der Industriekatalyse • können Materialien in Klassen einteilen und wissen um ihre Bedeutung • kennen neuartige Konzepte um innovative Materialien herzustellen • werden sich der Herausforderungen bei der Charakterisierung eines komplexen Materials bewusst • haben die wichtigsten Charakterisierungsmethoden für chemisch hergestellte Materialien erlernt • können experimentelle Datensätze zur Materialcharakterisierung beschreiben und interpretieren • können Einzelerkenntnisse zu einem ganzheitlichen Bild zusammenfügen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Es wird dringend empfohlen, folgende Module vorab erfolgreich abgelegt zu haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anorganische Chemie 1 • Anorganische Chemie 2
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefung Anorganische Chemie Bachelor of Science Chemie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	"Homogene Katalyse":

- Fundamentals of Organometallic Catalysis, Dirk Steinborn, Wiley-VCH, 2012
- Early Main Group Metal Catalysis – Concepts and Reactions, Sjoerd Harder, Wiley-VCH 2020
- Metal-catalysis in Industrial Organic Processes, Gian Paolo Chiusoli & Peter Maitlis, Royal Society of Chemistry, 2019
- Homogeneous Catalysis, Parshall & Ittel, 2nd ed., Wiley Interscience 1992

1	Modulbezeichnung 62047	Praktikum Anorganische Chemie vertieft Laboratory course: Advanced inorganic chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Orientierungsmodul AC - LAB - Sem (1 SWS) Praktikum: Orientierungsmodul AC - LAB (8 SWS) Bitte beachten: <ul style="list-style-type: none"> Anwesenheitspflicht im Praktikum und bei der Sicherheitsunterweisung! 	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Karsten Meyer Dr. Andreas Scheurer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Karsten Meyer	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Synthese von zehn anorganischen Übergangsmetallkomplexen (z. B. Fe(II/III), Co(II/III), Ni(II), Cu(II)) Absorptionsspektren von Eisen- und Kupferkomplexen (Praktische) Einführung in die EPR- und Mößbauer-Spektroskopie von Übergangsmetallkomplexen NMR-Spektroskopie von diamagnetischen und paramagnetischen Verbindungen (Liganden bzw. Übergangsmetallkomplexen) Elektrochemische Untersuchungen an Nickelkomplexen. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> verfügen über vertiefte Fachkompetenzen (Theorie, Planung, Synthese, Isolierung, Charakterisierung) im Bereich der anorganischen Molekül- und Komplexchemie führen anorganische Komplexsynthesen (unter Inertgasbedingungen) selbstständig durch sind mit einem breiten Spektrum analytischer (NMR u. a. BenchTop-NMR, IR, EPR, Magnetmessungen mittels Faraday-Waage, 57Fe-Mößbauer, Elementaranalyse, UV/Vis) und elektrochemischer Methoden vertraut und setzen diese zielgerichtet in der Laborpraxis ein nutzen anorganisch-chemische Arbeitstechniken protokollieren anspruchsvolle Synthesen und werten Analysen aus. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefung Anorganische Chemie Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung pÜL: Bewertetes Platzkolloquium für jedes Präparat: Bewertung jedes Präparates (Aussehen, Reinheit, Spektroskopie), Bewertung der jeweiligen praktischen Durchführung, Bewertung der zugehörigen Protokolleinträge	

11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (100%) Berechnung der Modulnote: Durchschnitt aus den Präparatebewertungen
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 135 h Eigenstudium: 15 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • E. Riedel, R. Alsfasser, Ch. Janiak, T. M. Klapötke, Moderne Anorganische Chemie (3. Auflage, Gruyter, 2007) • L. H. Gade: Koordinationschemie (Wiley-VCH); • Joan Ribas Gispert: Coordination Chemistry (Wiley-VCH) • Praktikumsskript

Vertiefung Organische Chemie

1	Modulbezeichnung 62048	Organische Chemie vertieft Advanced organic chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Orientierungsmodul OC (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	apl. Prof. Evgeny Kataev	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Hirsch	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • CIP-System und dessen Revision, Racematformen, Polarimetrie, Helicalität, Punktgruppen, cis/trans-Isomerie, Konfigurationsbestimmung mittels verschiedener Methoden. • Nomenklatur axialchiraler und planar-chiraler Verbindungen, stereospezifische Enzymreaktionen, Eigenschaften von Enantiomeren. NMR Methoden für Lösung stereochemischer Probleme. • Stereochemie orbitalsymmetrie-kontrollierter Reaktionen (Woodward-Hoffmann-Regeln), pericyclische Reaktionen, Grenzorbitalmethode, Korrelationsdiagramme, Hückel-Möbius Konzept, electrocyclische Reaktionen. • Stereoselektive und stereospezifische Reaktionen, stereoselektive α-Alkylierung, C-Alkylierung, Chiralitätstransfer, Chirale Auxiliare, Regio- und Stereocontrol der Aldol Reaktionen, Oxidation, Reduktion und Additionsreaktionen. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über ein breites und integriertes Wissen im Bereich der Stereochemie sowie über ein kritisches Verständnis stereochemischer Probleme für Fortgeschrittene • sind fähig komplexe stereochemische Fragestellungen (nasschemisch, NMR-spektroskopisch) selbstständig zu lösen • erarbeiten sich die Fähigkeit räumlichen Sehens/Denkens durch Training • verfügen über ein kritisches Verständnis grundlegender Konzepte von Reaktionen organischer chiraler Verbindungen • sind in der Lage wichtige Namensreaktionen in der organischen Chemie auszuführen • sind in der Lage, stereoselektive und stereospezifische Prozesse mechanistisch zu beschreiben. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefung Organische Chemie Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	

12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • E. L. Eliel, S. H. Wilen, L. N. Mander, „Stereochemistry of Organic Compounds“, J. Wiley & Sons 1994, • S. Hauptmann, G. Mann, „Stereochemie“, Spektrum Akademischer Verlag 1994, <p>Vorbereitende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • R. Brückner, „Reaktionsmechanismen“, Spektr Verlag, Heidelberg 2004, • M. B. Smith und J. March, „Advanced Organic Chemistry“, WileyNew York, 2007.

1	Modulbezeichnung 62049	Praktikum Organische Chemie vertieft Laboratory course: Advanced organic chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Orientierungsmodul OC - LAB - Sem (1 SWS) Praktikum: Orientierungsmodul OC - LAB (8 SWS) Bitte beachten: <ul style="list-style-type: none"> Anwesenheitspflicht bei der Sicherheitsunterweisung und im Praktikum! Das Laborpraktikum findet normalerweise in der vorlesungsfreien Zeit im September statt! 	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Norbert Jux	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Norbert Jux	
5	Inhalt	PR: <ul style="list-style-type: none"> Synthese von bis zu fünf, teils mehrstufigen, organischen Präparaten Arbeiten unter Schutzgas, Schlenktechnik Begleitende Spektroskopie, insb. ¹H-, ¹³C-NMR, COSY, NOESY u.a. SEM: <ul style="list-style-type: none"> Seminar zum Praktikum zur Vorbereitung der Versuche und Vertiefung des Lernstoffs. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden verfügen über vertiefte Fachkompetenzen im Bereich der organischen Molekülchemie. Im Besonderen: die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> sind in der Lage organische Synthesen unter Inertgasbedingungen selbstständig durchzuführen, sind mit einem breiten Spektrum analytischer Methoden - NMR, IR, UV/Vis-Spektroskopien und Massenspektrometrie - vertraut und können diese gezielt im Labor einsetzen, kennen organisch-chemische Arbeitstechniken wie Aufbau und Abbau von Reaktions-, Rückfluss-, und Tieftemperaturapparaturen; (fraktionierte) Destillation bei Normaldruck und im Vakuum, Umrüstung, Umrüstung, sind mit der Protokollierung und Auswertung anspruchsvoller Synthesen und Analysen vertraut. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Das erfolgreiche Bestehen des <i>Praktikums Organische Chemie</i> (im 4. Semester) wird für die Teilnahme am Fortgeschrittenenpraktikum <i>Praktikum Organische Chemie vertieft</i> dringend empfohlen. Es wird daher allen Interessent:Innen nahegelegt, das vertiefte Praktikum OC gleich im Anschluss an das Anfängerpraktikum im September zu absolvieren, wenn man das Orientierungsmodul OC belegen möchte.	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefung Organische Chemie Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung	

		pÜL (PL): Bewertetes Platzkolloquium für jedes Präparat, Bewertung jedes Präparates (Aussehen, Reinheit), Bewertung der jeweiligen praktischen Durchführung, Bewertung der zugehörigen Protokolleinträge
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (100%) Berechnung der Modulnote: Durchschnittsnote aus den „Präparatenoten“
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 135 h Eigenstudium: 15 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	

Vertiefung Physikalische Chemie

1	Modulbezeichnung 62051	Physikalische Chemie vertieft Advanced physical chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Orientierungsmodul PC - Seminar (2 SWS) Vorlesung: Orientierungsmodul PC (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Olaf Brummel Prof. Dr. Hans-Peter Steinrück Prof. Dr. Dirk Michael Guldi Prof. Dr. Jörg Libuda	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Peter Steinrück	
5	Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <p>(I) Konzepte und Methoden der molekularen Photochemie</p> <p>a. From photochemical reactions to excited state configurations</p> <p>b. From singlets and triplets to potential energy surfaces and anharmonic oscillators</p> <p>c. From quantum mechanical interpretation of radiative transitions to interactions of light with molecules</p> <p>d. The shape of absorption and emission spectra</p> <p>(II) Konzepte und Methoden der Grenzflächenforschung</p> <p>a. Grundlagen und Voraussetzungen der Oberflächenforschung (Vakuum, Pumpen, QMS, Druckmessung, ...)</p> <p>b. Herstellung und Charakterisierung dünner Schichten (CVD, ALD, PVD, ESI, ...)</p> <p>c. Spektroskopie mit ionisierender Strahlung (UPS, ARUPS, XPS, AES, NEXAFS, Synchrotronstrahlung, ...)</p> <p>d. Mikroskopische Methoden in der Oberflächenforschung (STM, AFM, SEM, SAM, TEM, PEEM, LEEM, ...)</p> <p>(III) Konzepte und Methoden der Elektrochemie</p> <p>a. Zusammenfassung der Grundlagen</p> <p>b. elektrochemische Doppelschicht (starre und diffuse Doppelschicht, Helmholtz, Gouy-Chapman, Stern), Point of Zero Charge, Doppelschichtkapazität, Elektrokapillarität, elektrokinetische Effekte</p> <p>c. Abscheidungs- und Auflösungsprozesse, Pourbaix-Diagramm, Korrosion, wichtige elektrochemische Reaktionen</p> <p>d. Elektrochemische Untersuchungsverfahren, Cyclovoltammetrie, Impulsverfahren, elektrochemische Impedanzverfahren (Einführung)</p> <p>e. Elektrochemische In-Situ-Spektroskopie und Mikroskopie</p> <p>Seminar: Vertiefung und Erweiterung der Inhalte der Vorlesung</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben die Methoden der molekularen Photochemie wieder und diskutieren die zugrunde liegenden Konzepte • erläutern Singulett- / Triplettzustände und Potenzialhyperflächen • wenden die quantenmechanische Deutung strahlungsinduzierter Übergänge auf die Wechselwirkung Licht-Materie an 	

		<ul style="list-style-type: none"> • interpretieren die Form von Absorptions- und Emissionspektren • nennen die Voraussetzungen der Grenzflächenforschung und geben deren Grundlagen wieder • erläutern die Herstellung und Charakterisierung dünner Schichten • beschreiben spektroskopische und mikroskopische Verfahren und wenden diese für Fragestellungen an • geben die Konzepte und Methoden der Elektrochemie wieder und erläutern grundlegende Prinzipien wie z. B. die elektrische Doppelschicht, die Elektrokapillarität und elektrokinetische Effekte • erläutern elektrochemische Reaktionen wie z. B. Korrosion, Abscheidungs- und Auflösungsprozesse und interpretieren die Stabilität von Metall-Elektrolyt-Systemen anhand von Diagrammen • beschreiben elektrochemische Untersuchungsverfahren und wenden diese für spektroskopische und mikroskopische Fragestellungen an • entwickeln aus dem Lerngebiet einen wissenschaftlichen Vortrag
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefung Physikalische Chemie Bachelor of Science Chemie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) SL: Seminarvortrag 20 Min.
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • N. J. Turro, V.Ramamurthy, J. Scaiano, Principles of Molecular Photochemistry: An Introduction • N. J. Turro, V.Ramamurthy, J. Scaiano, Modern Molecular Photochemistry of Organic Molecules • C. H. Hamann, W. Vielstich, Elektrochemie, 4. Auflage • D. Pletcher, A first course in electrode processes, 2. Auflage

1	Modulbezeichnung 62052	Praktikum Physikalische Chemie vertieft Laboratory course: Advanced physical chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Orientierungsmodul PC - LAB (8 SWS) Seminar: Orientierungsmodul PC - LAB - Sem (1 SWS) Bitte beachten: <ul style="list-style-type: none"> Anwesenheitspflicht bei der Sicherheitsunterweisung und im Praktikum! 	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Guido Sauer Prof. Dr. Dirk Michael Guldi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Michael Guldi	
5	Inhalt	Praktikum: <ul style="list-style-type: none"> Erlernen der experimentellen Grundlagen verschiedener Bereiche der Physikalischen Chemie (Spektroskopie, Mikroskopie, Kinetik), Identifikation bzw. Charakterisierung von Molekülen und Materialien. Vertiefung der Grundkenntnisse der Physikalischen Chemie anhand von Praktikumsversuchen. Seminar: <ul style="list-style-type: none"> Einblicke in die aktuellen Arbeitsmethoden und Forschungsprojekte der physiko-chemischen Arbeitsgruppen durch Präsentationen der Arbeitsgruppenleiter und deren Assistenten 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> können die aktuellen Forschungsthemen in den Arbeitsgruppen im Bereich der physikalischen Chemie wiedergeben können die Grundlagen der wichtigsten Arbeitsmethoden der physiko-chemischen Arbeitsgruppen erläutern verfügen über grundlegende Fach- und Methodenkompetenzen in der Spektroskopie, der Mikroskopie, der chemischen Kinetik und aktuellen physiko-chemischen Methoden können erlerntes Wissen im Praktikum praktisch anwenden und die Eigenschaften von Molekülen und Materialien beschreiben wenden geeignete Software an, um experimentelle Daten bzw. Spektren selbstständig auszuwerten geben die Ergebnisse der durchgeführten Messungen wieder, stellen diese anschaulich dar und beurteilen deren Qualität 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefung Physikalische Chemie Bachelor of Science Chemie 20202	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung PL: Abschlusskolloquium (30 Min.), SL: Versuchsdurchführungen und deren Auswertungen
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (100%) = Note des Abschlusskolloquiums (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 135 h Eigenstudium: 15 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	

Vertiefung Theoretische Chemie

1	Modulbezeichnung 62054	Praktikum Theoretische Chemie vertieft Laboratory course: Advanced theoretical chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Theoretische Chemie - Modeling -PR (9 SWS) Bitte beachten: <ul style="list-style-type: none"> Anwesenheitspflicht m Praktikum! 	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Christian Neiß Dr. Nicolaas van Eikema Hommes	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Görling	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Einführung in quantenchemische Rechenmethoden und ihren Einsatz in der Chemie (Semiempirik, Basissätze, Dichtefunktionaltheorie, ab initio). Praktische Durchführung von Rechnungen an molekulare Systeme, Interpretation. Einführung in elektronische Strukturrechnungen für periodische Systeme, insbesondere auch Oberflächen (Geometrieoptimierung, Bandstrukturrechnungen, Analyse der Elektronendichte, Berechnung und Interpretation von „Scanning-Tunneling-Microscopy“-Daten). 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> sind fähig, Dichtefunktional- und ab initio Berechnungen für molekulare wie für periodische Systeme selbstständig durchzuführen können grundlegende molekülchemische und materialwissenschaftliche Fragestellungen mit quantenmechanisch basierten Methoden der Theorie untersuchen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird dringend empfohlen, vor Modulbeginn folgende Module erfolgreich abgelegt zu haben: <ul style="list-style-type: none"> Theoretische Chemie 2 Theoretische Chemie 3 	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefung Theoretische Chemie Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung pÜL: bewertetes Protokollheft	
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 135 h Eigenstudium: 15 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	

1	Modulbezeichnung 62053	Theoretische Chemie vertieft Advanced theoretical chemistry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Theorie periodischer Systeme - VL (2 SWS) Seminar: Theorie periodischer Systeme -SEM (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernd Meyer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Bernd Meyer	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Bravaisgitter, • Kristallsysteme, • Raumgruppen, • reziprokes Gitter, • Fourier-Transformationen, • homogenes Elektronengas, • Bloch-Theorem, • LCAO-Methoden für periodische Systeme, • Tight-Binding-Methode, • Anwendungsbeispiele (einfache Metalle, pi-Elektronensysteme wie Benzol, Polyacetylen oder Graphen). 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über grundlegende Fachkompetenzen in der Theorie periodischer Systeme • können quantenmechanische ein-, zwei- und dreidimensionale periodische Systeme beschreiben und miteinander vergleichen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefung Theoretische Chemie Bachelor of Science Chemie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	Ein umfassendes Skript für die Vor- und Nachbereitung des Stoffes sowie die Übungsblätter werden zur Verfügung gestellt.	