

Modulname / <i>Module title</i>	BScNano P10 Grundlagen der Organischen Chemie / <i>Fundamentals of Organic Chemistry</i>
Art des Moduls / <i>Module type</i>	Pflichtmodul / <i>Required module</i>
<p>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i></p>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... erlangen Kenntnisse über den Aufbau und die räumliche Struktur organischer Verbindungen. ... sind in der Lage, Eigenschaften und Reaktivitäten organischer Verbindungsklassen anhand ihrer funktionellen Gruppen zu erkennen und zu verstehen. ... verstehen chemische Transformationen organischer Verbindungen sowie deren grundlegende Reaktionsmechanismen. ... besitzen die Grundlage zum Verständnis des Aufbaus organisch-chemischer Nanostrukturen und nanostrukturierter Materialien auf Kohlenstoff-Basis. ... können organisch-chemische Apparaturen sicher aufbauen. ... verfügen über grundlegendes Wissen zur organisch-chemischen Transformation von Materie durch eigenständige Versuche im Labor. ... erwerben Grundkenntnisse der Arbeitssicherheit im organisch-chemischen Labor und erlernen den Umgang mit Gefahrstoffen, sie können Reaktionen auch mit gefährlichen und gesundheitsschädlichen Substanzen sicher durchführen. ... erlernen Grundkenntnisse zur Aufarbeitung organisch-chemischer Reaktionen und zur Trennung organisch-chemischer Stoffgemische. ... erwerben Grundkenntnisse, Reaktionsprodukte durch ausgewählte spektroskopische Methoden zu analysieren und identifizieren. ... sind in der Lage, eigene, im Praktikum gewonnene wissenschaftliche Daten und Ergebnisse auszuwerten, im theoretischen Zusammenhang zu interpretieren und zu dokumentieren. <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... <i>acquire knowledge about the constitution and the three-dimensional structures of organic compounds.</i> ... <i>are able to identify and understand the properties and reactivities of organic compounds by their functional groups.</i> ... <i>understand chemical transformations of organic compounds and the underlying reaction mechanisms.</i> ... <i>gain a basis for understanding carbon-based organic nanostructures and nanostructured materials.</i> ... <i>are able to assemble reaction setup for organic syntheses and for separation and purification procedures safely.</i> ... <i>acquire basic knowledge of chemical transformations of organic compounds by performing experiments.</i> ... <i>acquire basic knowledge of safety standards and procedures in organic laboratories and in the handling of chemical substances, they are able to safely perform reactions with hazardous and harmful substances.</i> ... <i>acquire basic knowledge about separation and purification procedures relevant for organic reactions.</i> ... <i>acquire basic knowledge about the characterization of reaction products by selected spectroscopic methods</i> ... <i>are able to extract and to analyse data from basic experiments, to interpret them in a theoretical context and to document them.</i> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p><u>1. Fachübergreifende Studien:</u> Studierende erlernen die grundlegenden Arbeitsmethoden und Sicherheitsbestimmungen im Syntheselabor.</p> <p><u>2. Kommunikationskompetenz:</u> Studierende besitzen Erfahrungen in mündlichen Prüfungen.</p> <p><u>3. Organisationskompetenz:</u> Studierende verfügen über Strategien, Arbeitsabläufe einzeln und im Team zu planen und strukturiert zu arbeiten.</p> <p><u>4. Methodenkompetenz:</u> Studierende erwerben die Fähigkeit, Experimente und deren Ergebnisse nach den Standards der chemischen Wissenschaften durchzuführen und zu protokollieren.</p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><u>1. Interdisciplinary studies:</u> <i>Students learn basic principles of handling chemicals and receive and safety instructions for working in chemical laboratories.</i></p> <p><u>2. Communication competency:</u> <i>Students gain experience in oral examinations.</i></p> <p><u>3. Organisational competency:</u> <i>Students possess strategies to plan and organize working procedures individually as well as a team.</i></p> <p><u>4. Methodic competency:</u> <i>Students gain the ability to perform experiments and to document the results according to scientific standards.</i></p>
<p>Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i></p>	<p>VL+Ü 4 SWS S 1 SWS P 5 SWS</p>

<p>Lehrinhalte Contents</p>	<p>Vorlesung: allgemeine Prinzipien der Organischen Chemie: Struktur und Bindung in organischen Verbindungen, funktionelle Gruppen, Stereochemie, Delokalisation, Mesomerie, Katalyse, Reaktionsmechanismen. Zusammenhang zwischen organischen Stoffklassen und charakteristischer funktionellen Gruppe und deren Reaktivität: gesättigte Kohlenwasserstoffe – radikalische Substitution; Halogenalkane, Alkohole – Nucleophile Substitution, Eliminierung; Alkene – Elektrophile Addition; Aromaten – Elektrophile Substitution; Carbonylverbindungen – Nucleophile Acyladdition und Substitution; Oxidationen, Reduktionen; Einführung in die Bioorganische Chemie (Kohlenhydrate, Aminosäuren/Proteine). Praktikum: Durchführung von organisch-synthetischen Reaktionen der grundlegenden Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie wie der radikalischen und nucleophilen Substitution, Eliminierung, elektrophilen Addition, elektrophilen Substitution am Aromaten, nucleophile Acyladdition und -substitution. Aufarbeitung und Reinigung der Rohprodukte (Extraktion, Filtration, Kristallisation, Destillation, Rektifikation, Chromatographie); Strukturermittlung und –sicherung mittels ausgewählter physikalischer und spektroskopischer Methoden (z. B. Schmelz- und Siedepunktsbestimmung, Refraktometrie, IR- und/oder NMR-Spektroskopie, Massenspektrometrie) Dokumentation und Interpretation der Reaktionen und Untersuchungsergebnisse im Laborjournal und Protokoll.</p> <p><i>Lecture: general principles of organic chemistry: structure and bonding in organic molecules, functional groups, stereochemistry, electron delocalization, mesomeric effects, catalysis, organic reaction mechanisms.</i> <i>Relation between substance class, functional group and reactivity: alkanes – radical substitutions; haloalkanes, alcohols – nucleophilic substitution, elimination; alkenes – Electrophilic addition; aromatic hydrocarbons – electrophilic aromatic substitution; carbonyl compounds – nucleophilic acyl addition and substitution; oxidations, reductions; introduction to bioorganic chemistry (carbohydrates, amino acids/proteins).</i> <i>Lab experiments: Conducting synthetic-organic reactions with relevance to the major organic reaction mechanisms such as radical and nucleophilic substitution, elimination, electrophilic addition, electrophilic aromatic substitution, nucleophilic acyl addition and substitution; isoation of the crudereaction products (by extraction, filtration, crystallization, distillation, rectification, chromatographic methods) purification and structure determination by selected physical and spectroscopic methods (melting and boiling points, refractometry, IR- and/or NMR-spectroscopy, mass spectrometry); documentation and interpretation of examination results in an lab journal and the final protocol.</i></p>
<p>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</p>	<p>(a) Grundlagen der Organischen Chemie (Vorlesung und Übung) <i>Basic principals of organic chemistry (lecture, exercise course)</i> (d) Grundpraktikum Organische Chemie (Praktikum und Seminar) <i>Basic laboratory course in organic chemistry (laboratory course and seminar)</i></p>
<p>Lehr- und Lernformen Teaching methods</p>	<p>Vorlesung, Übung, Laborpraktikum, Seminar <i>Lecture series, exercise, laboratory work, seminar</i></p>
<p>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</p>	<p>B. Sc. Nanostrukturwissenschaften <i>B. Sc. Nanoscience</i></p>
<p>Dauer Duration</p>	<p>zwei Semester <i>two semesters</i></p>
<p>Häufigkeit (Frequenz) Frequency</p>	<p>jährlich im Wintersemester <i>annually in winter semester</i></p>
<p>Sprache Language</p>	<p>(a,b) Deutsch / German</p>
<p>Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills</p>	
<p>Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</p>	<p>Allgemeine Chemie <i>General Chemistry</i></p>
<p>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</p>	<p>Präsenzstudium: VL+P+Ü: 4 h x 15 = 60 h, Selbststudium: 60 h Präsenzstudium: Pi+S: 90 h, Selbststudium: 90 h Summe = 300 h <i>Contact hours: VL+P+Ü: 4 h x 15 = 60 h, independent studies, 60 h</i> <i>Contact hours: Pi+S: 90 h, independent studies, 90 h</i> <i>sum = 300 h</i></p>
<p>Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments</p>	<p>Durchführung, schriftliche Protokollierung und Auswertung von Versuchen <i>Performance, documentation and interpretation of laboratory experiments</i></p>
<p>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination</p>	<p>Die erste Teilprüfung ist Zulassungsvoraussetzung für das Praktikum (zweite Teilprüfung). Kandidatinnen oder Kandidaten, die die erste Teilprüfung zweimal nicht bestanden haben oder sie aus von ihnen nicht zu vertretenden Gründen nicht absolvieren konnten, können nach erfolgreichem Bestehen einer mündlichen Eingangsprüfung zum Praktikum zugelassen werden.</p>

	<i>The first examination part and the module General Chemistry are prerequisites for the laboratory course (second examination part). Candidates who failed twice in the first examination part, or were not able to attend due to reasons for which they are not responsible, may be accepted for the laboratory course after passing an oral entrance test.</i>
Prüfungsleistung Examination	<p>Zwei Teilprüfungen: Klausur (oder E-Klausur) zur Vorlesung: 1-2h, (60% der Modulnote). Erfolgreiches Bestehen ist Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum. Praktikumsnote 40% der Modulnote. Prüfungsgespräch vor den jeweiligen Praktikumsversuchen (je ca. 10 min, 20%) Abschlusskolloquium zum Praktikum (ca. 30 min, 20 %)</p> <p><i>Two examination parts: Written examination (or E-assessment) of the lecture material: 1-2h, 60% of overall grade. A passing grade in the examination of the lecture material is required to begin with the subsequent laboratory work Practical grade (40% of overall grade) Oral examination before each of the lab experiments (approx. 10 min, 20%) Final oral examination on the content of the lab work. (approx. 30 min; 20%)</i></p>
Credits	10 C (davon 2 C für integrierte Schlüsselkompetenzen)
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Faust
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Faust, Flock, Fürmeier, N.N.
Medienformen <i>Media</i>	Beamer-Projektion, Tafelanschrieb, Laborexperimente <i>Projector, blackboard, laboratory experiments</i>
Literatur <i>Literature</i>	<ul style="list-style-type: none"> - K. P. Vollhardt, N. Shore: „Organische Chemie“, Wiley-VCH Weinheim - R. Brückner: „Reaktionsmechanismen - Organische Reaktionen, Stereochemie, moderne Synthesemethoden“, Elsevier - K. Schwetlick: „Organikum“, Wiley-VCH, Weinheim.

Modulname / Module title	BScNano P11 Physikalische Chemie / Physical Chemistry
Art des Moduls / Module type	Pflichtmodul / Required module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <p>... haben solide Grundkenntnisse in den Teilgebieten der Physikalischen Chemie als Basis für die entsprechende Beschreibung für Phänomene auf der Nanometerskala erworben</p> <p>... verstehen die zentralen Begriffe, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten der Physikalischen Chemie</p> <p>... sind in der Lage, physikochemische Probleme quantitativ unter Anwendung physikochemischer Gleichungen und mathematischer Methoden zu lösen</p> <p>Students</p> <p>... have obtained a solid knowledge in the branches of physical chemistry as basis for the corresponding description of phenomena at the nanoscale</p> <p>... understand the central terminologies, concepts, models and laws in physical chemistry</p> <p>... are able to solve physicochemical problems quantitatively by applying physicochemical equations and mathematical methods</p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	VL 3+3 SWS Ü 1+1 SWS
Lehrinhalte Contents	<p>Molekulare Theorie von Gasen und Flüssigkeiten, Chemische Kinetik Zustandsgleichungen, Chemische Thermodynamik, Konzepte der Entropie und Freien Energie, Chemisches Gleichgewicht, Phasengleichgewichte, Multikomponentensysteme Elektrolyte, Ionenleitfähigkeit, Elektrochemische Zellen, Nernst-Gleichung (auch komplexere Elektroden), dynamische Elektrochemie Grundzüge der statistischen Thermodynamik (Boltzmann-Verteilung, statistische Entropie) Grundzüge der Quantenchemie (Molekulare Energieniveaus, Wellenfunktionen) Molekülspektroskopie: Optische Übergänge, Übergangsdipolmoment, Kopplung von Rotation, Schwingung und elektronischen Übergängen, Franck-Condon-Prinzip, Jablonski-Diagramm, Fluoreszenz und Phosphoreszenz, Quantenausbeuten, Wechselwirkungen in kondensierten Phasen (Linienverbreiterung, Solvatochromie) Ausgewählte Kapitel: z.B. elektroanalytische Methoden, Quantenchemie, Symmetriegruppentheorie, Moleküle in elektrischen und magnetischen Feldern, Streumethoden</p> <p><i>Molecular theory of gases and liquids, chemical kinetics Equations of state, chemical thermodynamics, concepts of entropy and free energy, chemical equilibrium, phase equilibria, multicomponent systems Electrolytes, ionic conductivity, electrochemical cells, Nernst equation (also for more complex electrodes), dynamic electrochemistry Fundamentals of statistical thermodynamics (Boltzmann distribution, statistical entropy) Fundamentals of quantum chemistry (molecular energy levels, wave functions) Molecular spectroscopy: optical transitions, transition dipole moment, coupling of rotation, vibration and electronic transitions, Franck-Condon rule, Jablonski diagram, fluorescence and phosphorescence, quantum yields, interactions in condensed phase (line broadening, solvatochromism) Selected topics, e.g. electroanalytical methods, quantum chemistry, symmetry group theory, molecules in electric and magnetic fields, scattering methods</i></p>
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	<p>(a) Grundvorlesung Physikalische Chemie <i>Fundamentals of Physical Chemistry</i></p> <p>(b) Übungen zur Grundvorlesung Physikalische Chemie <i>Fundamentals of Physical Chemistry - Exercises</i></p> <p>(c) Physikalische Chemie II <i>Physical Chemistry II</i></p> <p>(d) Übungen zur Physikalischen Chemie II <i>Physical Chemistry II - Exercises</i></p>
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Vorlesung, Übung <i>Lecture, exercises</i>
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	B.Sc. Nanostrukturwissenschaften <i>B.Sc. Nanoscience</i>
Dauer Duration	zwei Semester <i>two semesters</i>
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	jährlich, Beginn im Wintersemester <i>annually, start in winter semester</i>
Sprache Language	(a-d) Deutsch / German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	<p>Mathematik I+II Allgemeine Chemie Mechanik und Wärme Elektrizität und Optik <i>Mathematics I+II General Chemistry Mechanics and Heat Electricity and Optics</i></p>
Voraussetzungen für	keine

Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	<i>none</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Präsenzstudium: 8 h x 15 = 120 h, Selbststudium: 180 h, Summe = 300 h <i>Contact hours 8h x 15 = 120 h, independent studies, 180 h, sum = 300 h</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	keine <i>none</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	keine <i>none</i>
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Zwei Teilprüfungen: - Klausur (75 min) Grundlagen der Physikalischen Chemie - Klausur (75 min) Physikalische Chemie II Die beste der beiden Klausuren geht als Modulprüfungsnote ein. <i>Two examination parts:</i> - <i>written exam (75 min.) Fundamentals of Physical Chemistry</i> - <i>written exam (75 min) Physical Chemistry II</i> <i>The best grade of these two examinations is taken as the module grade.</i>
Credits	10 C
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Fachgebietsleiter Physikalische Chemie <i>Head of Physical Chemistry group</i>
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	N.N., Fuhrmann-Lieker
Medienformen <i>Media</i>	Tafel, Beamer, elektronische Lernplattform <i>blackboard, projector, electronic learning platform</i>
Literatur <i>Literature</i>	Atkins/de Paula, Physikalische Chemie, 5. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2013 Wedler/Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2012 Online-Lehrbücher und spezielle Literaturempfehlungen in der Lernplattform zum Modul

Modulname / Module title	BScNano P12 Quantenmechanik in den Nanostrukturwissenschaften / Quantum mechanics in nanoscience
Art des Moduls / Module type	Pflichtmodul / Required module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <p>... haben ein grundlegendes Verständnis der Quantenphysik, Einsicht in den Welle-Teilchen-Dualismus und in die Unterschiede zwischen klassischer Mechanik und Quantenmechanik, und Wissen über typische Beispielanwendungen der Quantenmechanik und die wichtigsten Näherungsmethoden erhalten.</p> <p>... besitzen Fähigkeiten über quantenphysikalischen Effekten zu argumentieren, Experimente zur Messung quantenphysikalischer Effekte erklären zu können, und die Größenordnung verschiedener Quanteneffekte abschätzen zu können.</p> <p>... erlangten sowohl Kenntnisse über quantenphysikalischer Effekten und deren Bedeutung in Nanostrukturen, als auch Fähigkeiten einzuschätzen, in wie weit quantenmechanische Effekte bei nanoskaligen Problemen zu berücksichtigen sind.</p> <p><i>Students</i></p> <p>... acquired basic knowledge of quantum physics, understanding of the wave-particle duality and difference between classical and quantum mechanics, and comprehension of typical applications of quantum mechanics and important approximations.</p> <p>... own skills to argue on quantum effects, to explain experiments involving quantum effects, and to estimate the order of quantum effects.</p> <p>... achieved knowledge on quantum effects and their meaning in nanostructures, as well as skills to evaluate the influence of quantum effects on the nanoscales.</p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	VL 3 SWS Ü 1 SWS
Lehrinhalte Contents	<p>Versagen klassischer Physik, Schwarzkörperstrahlung, Photoelektrischer Effekt, Compton-Effekt, Franck-Hertz-Versuch, Stern-Gerlach-Versuch, Wellen-Teilchen-Dualismus, Quantennatur des Lichtes, De-Broglie'sche Wellen mit der Einführung von Materiewellen, Wellenpakete, Dispersionsrelationen, Phasen- und Gruppengeschwindigkeiten, Aufenthaltswahrscheinlichkeit, Elemente der Quantenmechanik, Superpositionsprinzip, Heisenberg'sche Unschärferelation, Schrödingergleichung, Erste Grundlagen des Formalismus von Erwartungswerten von Operatoren, deren Eigenwerten und Eigenfunktionen, Kommutatoren und deren Eigenschaften, Grundzüge der zeitunabhängigen Störungsrechnung, Behandlung einfacher rechteckiger Potentiale, Tunneleffekt, Der quantenmechanische Harmonische Oszillator, Ein-Elektronen-Systeme, Drehimpulsoperator und Anwendung beim Wasserstoffproblem, Lösung der Radialgleichung beim Wasserstoffproblem, Mehrteilchensysteme, Identische Teilchen, Pauli Prinzip, Atombau</p> <p><i>Failure of classical physics, Black body radiation, Photoelectric effect, Compton effect, Franck-Hertz experiments, Stern-Gerlach experiments, Wave-particle duality, Quantum nature of light, De-Broglie waves with introduction of waves of matter, Wave packets, Dispersion relation, Phase and group velocity, Probabilitydistribution, Elements of Quantum mechanics, Superposition principle, Heisenberg's uncertainty relations, Schrödinger equation, Basic of the theoretical formalism with the introduction of operators, Eigenvectors and eigenvalues, Commutators and their properties, Introduction to time-independent perturbation theory, Consideration of simple rectangular potentials, Tunnel effect, Quantum mechanical harmonic oscillator, One-electron systems, Angular momentum operator and application to hydrogen atom, Solution of the radial equation for hydrogen, Many body systems, Identical particles, Pauli Principle, Structure of atoms.</i></p>
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	<p>Quantenmechanik für Nanostrukturwissenschaften und Lehramt <i>Quantum mechanics for nanoscientists and teachers</i></p> <p>Übungen zur Quantenmechanik zur Quantenmechanik für Nanostrukturwissenschaften und Lehramt <i>Exercises quantum mechanics for nanoscientists and teachers</i></p>
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Vorlesung, Übung <i>Lecture, Exercise</i>
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	B.Sc. Nanostrukturwissenschaften <i>B.Sc. Nanoscience</i>
Dauer Duration	ein Semester <i>one semester</i>
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	jährlich im Sommersemester <i>annually in summer semester</i>
Sprache / Language	Deutsch / German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	Mathematik II / <i>Mathematics II</i> Elektrizität und Optik / <i>Electricity and Heat</i>
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	Mathematik I / <i>Mathematics I</i> Mechanik und Wärme / <i>Mechanics and Heat</i>
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Präsenzzeit: 4 h x 15 = 60 h, Selbststudium: 90 h, Summe = 150 h <i>Contact hours 4 h x 15 = 60 h, independent studies, 90 h, sum = 150 h</i>

Studienleistungen <i>Course projects (nongraded learning assignments)</i>	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen <i>Successful participation in exercises</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Studienleistung <i>Course projects</i>
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur (1-1,5 Stunden) oder mündliche Prüfung (15 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden von Lehrenden festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben. <i>Written examination (1-1,5 hours) or oral examination (15 min.) Examination form and date are chosen and announced in due time by the lecturer</i>
Credits	5 C
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Pastor
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Demekhin, Garcia, Koch, Pastor
Medienformen <i>Media</i>	Tafel, Beamer, PowerPoint <i>Blackboard, Beamer, PowerPoint</i>
Literatur <i>Literature</i>	Gasiorowicz: Quantenphysik (Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2005) Nolting: 5.1 Quantenmechanik (Springer, 2013)* Cohen-Tannoudji: Quantenmechanik I+II (Walter de Gruyter, 1999) Lüth: Quantenphysik in der Nanowelt (Springer, 2009) Joos: Lehrbuch der Theoretischen Physik (Aula Verlag, 1989) * als e-Book über UB Kassel zugänglich / <i>as e-book available</i>