Modulbeschreibung 21-M-C3.5_ver2 Physikochemie - Theorie - Spezialisierung - 5 LP

Fakultät für Chemie

Version vom 10.11.2026

Dieses Modulhandbuch gibt den derzeitigen Stand wieder und kann Änderungen unterliegen. Aktuelle Informationen und den jeweils letzten Stand dieses Dokuments finden Sie im Internet über die Seite

https://ekvv.uni-bielefeld.de/sinfo/publ/modul/180598837

Die jeweils aktuellen und gültigen Regelungen im Modulhandbuch sind verbindlich und konkretisieren die im Verkündungsblatt der Universität Bielefeld veröffentlichten Fächerspezifischen Bestimmungen.

21-M-C3.5_ver2 Physikochemie - Theorie - Spezialisierung - 5 LP

Fakultät

Fakultät für Chemie

Modulverantwortliche*r

Prof. Dr. Thomas Hellweg

Prof. Dr. Thomas Koop

Prof. Dr. Angelika Kühnle

Turnus (Beginn)

Wird nicht mehr angeboten

Leistungspunkte

5 Leistungspunkte

Kompetenzen

In einem Modul Physikochemie - Theorie erwerben die Studierenden in Spezialgebieten der Physikalischen Chemie ein Fundament an Methoden und Theorien. Sie lernen, sich in relativ kurzer Zeit in eine komplexe neue Materie einzuarbeiten. Neben Vermittlung des Wissens wird die Diskussionsfähigkeit, das Erkennen und Herausarbeiten von Prinzipien sowie die Kompetenz, plausible Lösungen vorzuschlagen und in Diskussionen zu vertreten, erworben. Dadurch werden die Studierenden an die Anforderungen der Masterarbeit herangeführt.

Lehrinhalte

Die Veranstaltungen beinhalten Vertiefungen in für die Praxis wichtigen Gebieten der Physikalischen Chemie, aber auch in aktuellen Forschungsgebieten aus diesem Bereich. Ziel ist es, den Studierenden die notwendigen Kenntnisse der Physikalischen Chemie je nach Ausrichtung und Profilierung zu ermöglichen, und zwar sowohl für praktisch ausgerichtete Tätigkeiten in der chemischen Industrie als auch für eine Forschungstätigkeit im universitären oder industriellen Umfeld, sowie als Qualifizierung für das Doktorat.

Die Bausteine zur Bildung eines Moduls:

Die Vorlesungen im Einzelnen

Bioenergetik und Biosensorik

Inhalte:
Molekulare Maschinen, Sensoren und Energiewandler sind zentrale Elemente aller Zellen und auch als Inspiration für technische Entwicklungen von Interesse. Wie können Energieformen ineinander umgewandelt werden, ohne dabei zuviel Verlust zu erleiden? Wie kann ein Sensor hochempfindlich sein, aber gleichzeitig auch selektiv? In dieser Veranstaltung werden die chemischen und physikalischen Vorgänge analysiert, die der Funktion dieser Proteine zugrunde liegen. Dabei wird der Stand der Forschung zu verschiedensten Systemen von Geruchsrezeptoren bis zur Photosynthese aufgezeigt.

Effizienz und Sensitivität werden direkt mit denen entsprechender makroskopischer Systeme der modernen Chemie und Technik verglichen. Generelles Ziel ist es, anhand der konkreten Beispiele grundsätzliche methodische Strategien zur Untersuchung von Struktur und Dynamik biologischer Makromoleküle zu vermitteln.

Grundlagen der Atmosphärischen Chemie

Inhalte:
Ein nachhaltiger Umgang mit Ressourcen gewinnt eine immer größere Bedeutung, sowohl im täglichen Leben, als auch in der industriellen Produktion. Ziel dieser Veranstaltung ist es, die Studierenden mit dem Begriff der Nachhaltigkeit vertraut zu machen, indem Grundkenntnisse in umweltrelevanten physikalisch-chemischen Prozessen vermittelt werden. Dazu sollen die grundlegenden Eigenschaften der Erdatmosphäre und der in ihr ablaufenden Prozesse dargestellt und erläutert werden, sowie deren physikalisch-chemische Ursachen diskutiert werden, beispielsweise das Druck- und Temperaturprofil der Atmosphäre, das Lebenszeitkonzept, horizontaler und vertikaler Transport, Aggregatzustände und die Reaktionskinetik von Spurengasen. Mit Hilfe von Beispielen soll die Problematik der einzelnen Prozesse im Detail verstanden werden, die Möglichkeiten der modellhaften Beschreibung dieser Prozesse in der Atmosphäre erläutert werden, und gezeigt werden, wie mit Konzepten aus der Reaktionskinetik bereits eine einfache Bewertung der Verbreitung eines Spurenstoffes in der Atmosphäre vorgenommen werden kann. Die verschiedenen Prozesse und Konzepte werden schließlich in dem größeren Themenkomplex der stratosphärischen Chemie zusammengeführt, wo sie auf die Beschreibung der Bildung und Zerstörung von Ozon angewendet werden.

Fortgeschrittene Atmosphärische Chemie

Inhalte:
Aufbauend auf dem Modulbaustein der Vorlesung "Grundlagen der Atmosphärischen Chemie" aus demselben Modul werden hier kompliziertere atmosphärische Prozesse dargestellt und erläutert sowie deren Ursachen diskutiert. Anhand von Beispielen soll die Problematik einzelner Prozesse im Detail verstanden werden. So werden beispielsweise der Strahlungshaushalt der Erde und der damit verbundene aktuelle und zukünftige Treibhauseffekt erläutert und ein analytisches Klimamodell entwickelt, mit dem der Klimaantrieb und die damit verbundenen Temperaturänderungen qualitativ und semi-quantitativ berechnet werden können. Außerdem werden die Auswirkungen von Aerosol- und Wolkenbildungsprozessen auf den Strahlungstransport, auf chemische Reaktionen, sowie auf die Verteilung und Deposition von Spurengasen diskutiert. Schließlich werden kompliziertere Reaktionsketten (inklusive photochemischen und radikalischen Reaktionen) diskutiert, die die troposphärische Chemie von organischen Molekülen, deren Wechselwirkungen mit Stickoxiden, das Oxidationsvermögen der Atmosphäre und die Anreicherung von Ozon in Sommersmog-Situationen bestimmen.

Hochauflösende Strukturmethoden

Inhalte:
In der modernen Biochemie wird der Mechanismus von enzymatischen Reaktionen auf der Ebene einzelner Moleküle bzw. Atome beschrieben. Dies wird ermöglicht durch eine Vielzahl räumlich und zeitlich hochauflösender Methoden. Neben der klassischen Röntgenkristallographie und der Elektronenmikroskopie wird zunehmend die mehrdimensionale NMR-Spektroskopie eingesetzt, um die Struktur biologischer Makromoleküle zu lösen. Diese werden unterstützt durch moderne massenspektrometrische Analysen. Daneben finden physiko-chemische Methoden, die spezifische Bereiche und Eigenschaften selektiv hervorheben, immer mehr Anwendung, wie Neutronen- oder Resonanz-Raman-Spektroskopie. Die Topologie kann durch mikroskopische Verfahren (konfokale Mikroskopie, STM, AFM, etc.) abgebildet werden. Die Dynamik von Proteinen wird zumeist mit spektroskopischen Methoden beobachtet, wobei Prozesse vom Femtosekunden- (10-15 s) bis in den Stunden-Bereich zeitaufgelöst verfolgt werden können. Entsprechende Techniken für den UV/Vis- und IR-Bereich werden vorgestellt. Zusätzlich werden Verfahren aus der Einzelmolekülspektroskopie, der Biosensorik und der Elektrochemie sowie deren Anwendung auf biologische Fragestellungen besprochen.

Kondensierte wässrige Materie

Inhalte:
Wasser ist eines der wichtigsten Lösemittel in der Natur, aber auch in vielen technischen Prozessen. Dabei besitzt Wasser in kondensierter Form, also als flüssiges Wasser oder als Eis, eine Reihe von anormalen Eigenschaften, die es von anderen Substanzen unterscheidet. In der Veranstaltung sollen die besonderen Eigenschaften von kondensiertem Wasser und wässrigen Lösungen an Beispielen aufgezeigt und physikalisch-chemisch erklärt werden. Außerdem werden Methoden vorgestellt, die eine Beschreibung des besonderen Verhaltens erlaubt, sowie deren Anwendungsmöglichkeiten

erläutert.
Ziel ist es, den Studierenden die notwendigen Kenntnisse zu Verhalten, Untersuchung und Beschreibung von Wasser und wässrigen Lösungen zu vermitteln.

Physikalisch-chemische Grundlagen der Energietechnik

Inhalte:
Die Bereitstellung von nutzbarer Energie für Verkehr, Stromversorgung und Produktion ist von eminenter wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Bedeutung; diese Thematik ist heute eng gekoppelt mit der Erzeugung bzw. Vermeidung von Schadstoffen.
Auf diesem Hintergrund wird die Veranstaltung daher folgende Themenkreise behandeln:
Verfahrenstechnische Grundlagen: Einführung in Stromerzeugung, Haushaltsheizung, Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle, Müllverbrennung, Kernkraft, typische Emissionen, Grenzwerte etc.
Chemische Grundlagen: Einführung in Schadstoffzyklen bzgl. NOx, Ozon, Kohlenwasserstoffe, PAH, Schwermetalle, Ruß; Klimawirkung; chemische Analytik, chemische Prozesse zur Schadstoffreduzierung wie z. B. Rauchgaswäsche etc.
Physikalische Grundlagen: Einführung in Analysemethoden, moderne Messtechnik, Laserverfahren zur on-line Diagnostik für Grundlagenforschung, Emissionsmessung und klimarelevante Untersuchungen etc.
Grundlagen der numerischen Behandlung: Einführung in Reaktionsmodelle, Turbulenzmodelle, Schadstoffausbreitung, Computer gestütztes Design und numerische Optimierung von Verfahren etc.

Proteinkristallographie

Inhalte:
Vermittelt wird ein vertieftes Verständnis der Architektur von Proteinen (Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur) und der Röntgenkristallographie. Die Studierenden werden mit folgenden Inhalten vertraut gemacht: Expression und Reinigung von Proteinen, Kristallisation (Phasendiagramme), Theorie der Röntgenbeugung (Bragg und Laue, Fourier-Transformation), Experimentelle Voraussetzungen (Röntgenquellen, Synchrotronstrahlung, Detektoren), Bestimmung der Elementarzelle und der Raumgruppe, Phasenbestimmung, Modellbau anhand der Elektronendichte, Verfeinerung, FFT, Zuverlässigkeit des Modells mit statistischen Verfahren (R-Faktor, Ramachandran-Plot), räumliche und mechanistische Interpretation des Strukturmodells.

Optik in der chemischen Diagnostik

Die Anwendung und Weiterentwicklung analytischer Techniken ist essentiell für alle Bereiche der Chemie - angefangen von Grundlagenuntersuchungen, über die Charakterisierung und Identifizierung von Stoffen bis hin zur Entwicklung von Sensoren für die industrielle Prozesssteuerung. Die meisten modernen Methoden sind dabei spektroskopischer Natur. Optische Methoden haben den Vorteil, dass sie hochsensitiv sind und gleichzeitig berührungslose und zerstörungsfreie Untersuchungen erlauben.

Nach einem Streifzug durch die Grundgebiete der Optik (Materialien, refraktive und reflektive Optiken) werden in diesem Modul die optischen Standardkomponenten vorgestellt, aus denen viele moderne Instrumente bestehen: Linsen, Spiegel, Prismen, Interferometer, dispersive Elemente, Detektoren, u.v.m. An Hand von Geräten aus dem Laboralltag eines Chemikers wird das Zusammenwirken dieser Komponenten nachvollzogen.

Im zweiten Teil der Vorlesung werden darüber hinaus komplexere optische Bauelemente und Phänomene vorgestellt (u. a. Interferometer, Pockels-Zellen, Kerr-Effekt, akustooptische Modulatoren). Typische Einsatzbereiche dieser Komponenten werden diskutiert.

Studierende erhalten einen Einblick in den Aufbau von Geräten und sollen an praktischen Objekten einfache Justagen vornehmen. Schwerpunkt wird sein zu zeigen, wie durch Modifikationen an optischen Komponenten ein bestehender Messaufbau optimiert werden kann und wie Messinstrumente weiterentwickelt werden können.
Ziel ist es, die Teilnehmer in die Lage zu versetzen, eigenständig und kritisch die vielfältigen Techniken gegeneinander abzuwägen, Beschränkungen von Geräten zu erkennen und ggf. auch zu kompensieren und optische Methoden in allen Bereichen von Chemie und Biochemie sinnvoll einzusetzen.

LASER: Prinzipien, Typen und Anwendungen in der Chemie

Inhalte:
In den Jahren nach der Demonstration des ersten funktionstüchtigen Lasers 1960 durch T. Maiman wurden in kurzen

Zeitabständen immer neue immer neue Laser entwickelt und immer neue Anwendungsfelder erschlossen. Seit dieser Zeit haben sich Laser einen festen Platz in vielen Bereichen des täglichen Lebens erobert. Relevant für die Chemie ist insbesondere, dass Laser Herzstück vieler moderner diagnostischer Techniken sind - und die Weiterentwicklung derartiger Verfahren ist traditionell ein wichtiger Teilbereich der Physikalischen Chemie. Darüber hinaus sind sie wichtige Lichtquellen für photophysikalische Untersuchungen.
In dieser Vorlesung sollen zunächst die notwendigen Grundlagen über Aufbau und Funktionsprinzip von Lasern besprochen werden (Einstein-Gleichungen, Inversion, Besetzungskinetik). Daran anschließen wird sich eine Diskussion der Eigenschaften von Laserstrahlung die diese Geräte zu einem so vielseitigen Instrument in der Chemie machen: Kohärenz, Polarisation, Frequenz, Dauerstrichbetrieb, Erzeugung kurzer Pulse. Die Funktionsweise wichtiger Lasertypen wird an ausgewählten Beispielen diskutiert (u.a. Gaslaser, Farbstofflaser, Festkörperlaser, Halbleiterlaser, Freie-Elektronen-Laser). Nach einem Einschub über Laser-Resonatoren (Resonatortypen, longitudinale Moden, transversale Moden) werden Elemente und Bausteine eines modernen Lasers erläutert (Cavitydesign, Q-Switching, Mode-locking). Ein weiterer Schwerpunkt wird die Diskussion der Anwendung von Lasern sein, wobei Wissenschaft und Messtechnik die Schwerpunkte bilden. Ziel dieser Veranstaltung ist es, den Teilnehmern die Grundlagen für einen erfolgreichen Einsatz von Lasern in Chemie und Biochemie zu vermitteln, Beschränkungen von Geräten zu erkennen und ggf. auch zu kompensieren. Unterstützt wird die Vorlesung durch Demonstrationen und ggf. auch durch praktische Übungen im Labor.

Die Vorlesung richtet sich an Studierende, die Kenntnisse entsprechend einem Bachelor-Abschluss mit Schwerpunkt in Chemie oder Physik haben.

Smart Materials

Inhalte:
Intelligente Materialien sind solche, die auf einen externen Stimulus mit der Änderung einer physikalischen Eigenschaft reagieren. Im Rahmen der Veranstaltung sollen verschiedene Beispiel aus der aktuellen Forschung dargestellt werden, die in diese Klasse gehören. Im Kontext der verwendeten Beispiele werden auch die notwendigen Charakterisierungsmethoden behandelt. Im einzelnen werden die folgenden Systeme bzgl. Synthese und Eigenschaften vorgestellt:
- schaltbare Blockcopolymere,
- responsive Makro- und Mikrogele,
- Mikrogel/Nanopartikel Hybride,
- Smart Surfaces.

Ziel ist es, die Teilnehmer in die Lage zu versetzen, auf Basis der behandelten Systeme selber Konzepte für das Design neuer Materialien zu entwickeln. Die erlernten Fähigkeiten sind in allen Bereichen der Chemie, Physik, Biophysikalischen Chemie und Biophysik von Bedeutung.

Statistische Thermodynamik

Inhalte:
Die Veranstaltung führt in die praktische Anwendung der statistischen Theorie der Materie ein. Die physikalisch-chemischen Eigenschaften makroskopischer Systeme werden erläutert. Die statistische Theorie der Materie wird auf konkrete Systeme angewandt, zum Beispiel komplexe makroskopische Systeme wie Polymere und Kolloide.
Die zentralen Themenfelder der Veranstaltung umfassen:
- Mathematische Grundlagen der statistischen Theorie der Materie,
- klassische Boltzmann und Maxwell-Boltzmann Verteilungen,
- Einführung des Begriffs der Zustandssumme,
- Zustandssummen der molekularen Bewegungsformen,
- Berechnung der thermodynamischen Funktionen aus Zustandssummen,
- Statistische Modelle auf Basis klassischer Bewegungsgleichungen,
- Statistische Berechnung der Gleichgewichtskonstanten über Systemzustandssummen,
- Einstein- und Debye-Modelle für die Wärmekapazität der kristallinen Festkörper,
- Phasenübergänge,
- ggf. Phasenverhalten von harten Kugeln,
- ggf. Konfigurationsstatistik von Makromolekülen.
Ziel ist es, die Teilnehmer in die Lage zu versetzen, eigenständig abstrakte Konzepte der statistischen Theorie der Materie auf konkrete Fragestellung anzuwenden und dabei korrekte Argumentationsketten zu formulieren.

Anwendungen der erworbenen Fähigkeiten sind in allen Bereichen der Chemie, Physik, Biophysikalischen Chemie und Biophysik.

Astrochemie

Inhalte:
Die Untersuchung von extraterrestrischer Materie und chemischer Reaktionen außerhalb der Erde ist ein komplexes Thema und benötigt Kenntnisse aus verschiedensten Disziplinen wie Astronomie, Physik, Spektroskopie, Chemie und Biologie. Ergebnisse der Astrochemie haben tiefgreifende Auswirkungen auf unser Weltbild. Mit ihrer Hilfe gelingt das Verständnis der Elementverteilung, des Aufbaus der Erde und der Erdatmosphäre, der Entstehung komplexer Moleküle, Selbstorganisation bis hin zur Entstehung des Lebens. In der Vorlesung behandelte Themen sind unter anderem:
- Methoden zur Untersuchung astrochemischer Reaktionen
- Übersicht: Objekte in unserer kosmischen Nachbarschaft
- Entstehung der Elemente (primordial, Fusionsprozesse, r- und s-Prozess)
- Sternentstehung und Endstadien der Sternentwicklung
- Struktur der Lithosphäre der inneren Planeten
- Aufbau der Gasriesen
- Verteilung von Materie und Reaktionen im interstellaren Raum
-Entstehung hochmolekularer Verbindungen, das Miller-Urey-Experiment

Studierende erhalten einen Einblick in moderne Methoden zur Untersuchung astrochemischer Prozesse und einen Überblick über aktuelle Ergebnisse in diesem faszinierenden Forschungsfeld abseits der reinen Laborchemie.

Aktuelle Publikationen der atmosphärischen und physikalischen Chemie

Inhalte:
Das Seminar behandelt Themen aus der aktuellen internationalen Forschung sowie aus den Arbeitsgruppen im Bereich Physikalische Chemie. Die Referent/innen werden aus dem Kreis der Dozent/innen und der Studierenden gestellt.

Rastersondenmikroskopie

Inhalt:
Im Jahre 1986 wurde der Nobelpreis für Physik an Binnig und Rohrer für die Entwicklung des Rastertunnelmikroskops verliehen. Ausgehend von dieser Methode, die die direkte Abbildung von einzelnen Atomen ermöglichte und somit Atome "sichtbar" machte, wurden eine Reihe an weiteren Rastersondenmikroskopen entwickelt, die heute sowohl in der Grundlagenforschung als auch in der Industrie vielfach Anwendung finden.
In der Vorlesung werden wichtige historische Entwicklungen in der Rastersondenmikroskopie vorgestellt und die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien diskutiert, die für die technische Realisierung und für die Detektion von Bedeutung sind. Anhand von ausgewählten Beispielen wird verdeutlicht, in welchen Bereichen Rastersondenmikroskope eingesetzt werden und welche Informationen durch diese Technik gewonnen werden können.

Aktuelle Publikationen der Oberflächen- und Grenzflächenchemie

Inhalt:
In dem Seminar werden aktuelle Publikationen aus dem Bereich der Oberflächen- und Grenzflächenchemie besprochen. Eine Einführung in die Thematik und die Auswahl und Zuordnung der Publikationen finden am ersten Termin im Semester statt. Die Publikationen werden von allen Studierenden intensiv gelesen und jeweils von einer Person vorgestellt. Dabei soll - wenn sinnvoll - auch auf weitergehende Literatur zurückgegriffen werden. Neben der inhaltlichen Diskussion soll auch eine kritische Auseinandersetzung mit der Publikationskultur erfolgen.

Streumethoden in der Chemie

Inhalt:
Streumethoden erlauben es die Struktur und Dynamik von kondensierter Materie von der atomaren Skala bis hin zu kolloidalen Dimensionen zu untersuchen. Sie sind, neben der hochauflösenden (Elektronen)-Mikroskopie, die wichtigsten Methoden in der Untersuchung von "einfachen" Flüssigkeiten und weicher Materie (Polymere, Biopolymere, Kolloide, Nanosysteme). Die Vorlesung wird allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten, die für alle Streumethoden gelten einführen,

um sich dann insbesondere der Neutronenstreuung (Kleinwinkelstreuung und Neutronenspinecho), der Kleinwinkelröntgenstreuung sowie der statischen und dynamischen Lichtstreuung zu widmen. Die verschiedenen Methoden werden anhand von Beispielen aus der aktuellen Forschung dargestellt.

Röntgenbasierte Charakterisierungsmethoden

Inhalt:
Röntgenbasierte Charakterisierungsmethoden ermöglichen eine detaillierte Untersuchung von Materialstrukturen. Hierbei kann es sich um einzelne Atome bis hin zu komplexen Strukturen wie DNA handeln. Auch die Quellen der Röntgenstrahlung variieren stark in ihrer Komplexität, von einer einfachen Röntgenröhre bis hin zu modernsten Großgeräten wie Freien Elektronenlasern. In den vergangenen Jahren kam es zu einer Vielzahl von Weiterentwickelungen etablierter Methoden, zum Beispiel um Untersuchungen von Systemen in einer realistischen Probenumgebungen zu ermöglichen. Die Vorlesung soll Einblicke in die Grundlagen und aktuellen Entwicklungen dieser Techniken geben. Möglichkeiten und Grenzen jeder Methode werden aufgezeigt und Anwendungsbeispiele aus der aktuellen Forschung werden diskutiert.

Surface Science

Inhalt:
Oberflächen sind strukturgebend in unserer Welt und gleichzeitig Orte, an denen eine Vielzahl essentieller Prozesse ablaufen. Struktur und Eigenschaften von Oberflächen sind von fundamentaler Bedeutung um Prozesse auf Oberflächen zu verstehen. Typische Fragestellungen in der Oberflächenforschung sind:
- Was ist eine Oberfläche und wo beginnt der Festkörper?
- Was passiert, wenn sich Moleküle einer Oberfläche nähern?
- Welche Reaktionen laufen auf Oberflächen ab?
In dieser Veranstaltung werden Strategien entwickelt und diskutiert, mit denen man Antworten auf solche Fragen finden kann. Dabei werden Möglichkeiten und Grenzen der experimentellen Oberflächenforschung besprochen und einfache Simulationsansätze ausprobiert.

Empfohlene Vorkenntnisse

Alle Veranstaltungen richten sich an Studierende, die mindestens Kenntnisse mitbringen, die den Modulen 21-M16: Physikalische Chemie Vertiefung-Theorie und 21-M22: Physikalische Chemie Vertiefung-Praxis im Bachelor Chemie der Universität Bielefeld entsprechen.

Notwendige Voraussetzungen

–

Erläuterung zu den Modulelementen

Der Studierende wählt Veranstaltungen im Umfang von 4 LP.
Die Veranstaltung "Prinzipien der Spektroskopie" muss in den Modulen 21-M-C3 enthalten sein.
Die Modulbausteine dürfen in den Modulen 21-M-C3 insgesamt nur einmal verwendet werden.

Modulstruktur: 1 bPr [1]

Veranstaltungen

Titel	Art	Turnus	Workload [5]	LP[2]
Aktuelle Publikationen der Oberflächen- und Grenzflächenchemie	Seminar	WiSe&SoSe	60 h (30 + 30)	2

Aktuelle Publikationen der atmosphärischen und physikalischen Chemie	Seminar	WiSe&SoSe	60 h (30 + 30)	2
Astrochemie	Vorlesung	WiSe	120 h (30 + 90)	4
Bioenergetik und Biosensorik	Vorlesung	SoSe	120 h (30 + 90)	4
Fortgeschrittene Atmosphärische Chemie	Vorlesung	SoSe	60 h (15 + 45)	2
Grundlagen der Atmosphärischen Chemie	Vorlesung	SoSe	60 h (15 + 45)	2
Hochauflösende Strukturmethoden	Vorlesung mit Übungsanteil	WiSe	120 h (45 + 75)	4
Kondensierte wässrige Materie	Vorlesung	SoSe	60 h (15 + 45)	2
LASER: Prinzipien, Typen und Anwendungen in der Chemie	Vorlesung	SoSe	60 h (15 + 45)	2
Optik in der chemischen Diagnostik	Vorlesung	SoSe	120 h (30 + 90)	4
Physikalisch-chemische Grundlagen der Energietechnik	Vorlesung mit Übungsanteil	WiSe oder SoSe	120 h (30 + 90)	4
Proteinkristallographie	Vorlesung mit Übungsanteil	WiSe	120 h (45 + 75)	4
Rastersondenmikroskopie	Vorlesung	WiSe	60 h (15 + 45)	2
Röntgenbasierte Charakterisierungsmethoden	Vorlesung	WiSe	120 h (30 + 90)	4
Smart Materials	Vorlesung	SoSe	60 h (15 + 45)	2
Statistische Thermodynamik	Vorlesung	SoSe	120 h (30 + 90)	4

Streumethoden in der Chemie	Vorlesung	WiSe	60 h (15 + 45)	2
Surface Science	Vorlesung mit Übungsanteil	SoSe	120 h (60 + 60)	4

Prüfungen

Zuordnung Prüfende	Art	Gewichtung	Workload	LP[2]
Modulverantwortliche*r prüft oder bestimmt Prüfer*in *Veranstaltungsübergreifend* *35-45 Minuten. Der Studierende wählt zwei Lehrende der besuchten Veranstaltungen als Prüfer aus.*	mündliche Prüfung	1	30h	1

Weitere Hinweise

Bei dieser Version des Moduls handelt es sich um ein eingestelltes Angebot, sie wurde bis maximal Wintersemester 2021 /22 vorgehalten.

Bisheriger Angebotsturnus war jedes Semester.

Legende

1	Die Modulstruktur beschreibt die zur Erbringung des Moduls notwendigen Prüfungen und Studienleistungen.
2	LP ist die Abkürzung für Leistungspunkte.
3	Die Zahlen in dieser Spalte sind die Fachsemester, in denen der Beginn des Moduls empfohlen wird. Je nach individueller Studienplanung sind gänzlich andere Studienverläufe möglich und sinnvoll.
4	Erläuterungen zur Bindung: "Pflicht" bedeutet: Dieses Modul muss im Laufe des Studiums verpflichtend absolviert werden; "Wahlpflicht" bedeutet: Dieses Modul gehört einer Anzahl von Modulen an, aus denen unter bestimmten Bedingungen ausgewählt werden kann. Genaueres regeln die "Fächerspezifischen Bestimmungen" (siehe Navigation).
5	Workload (Kontaktzeit + Selbststudium)
SoSe	Sommersemester
WiSe	Wintersemester
SL	Studienleistung
Pr	Prüfung
bPr	Anzahl benotete Modul(teil)prüfungen
uPr	Anzahl unbenotete Modul(teil)prüfungen