

Modulhandbuch

B.Sc. Physik

Studiengang B.Sc. Physik
Technische Universität München

www.tum.de/

www.ph.tum.de/about/deans/boards/#pa_bsc

Allgemeine Informationen und Lesehinweise zum Modulhandbuch

Zu diesem Modulhandbuch:

Ein zentraler Baustein des Bologna-Prozesses ist die Modularisierung der Studiengänge, das heißt die Umstellung des vormaligen Lehrveranstaltungssystems auf ein Modulsystem, in dem die Lehrveranstaltungen zu thematisch zusammenhängenden Veranstaltungsblöcken - also Modulen - gebündelt sind. Dieses Modulhandbuch enthält die Beschreibungen aller Module, die im Studiengang angeboten werden. Das Modulhandbuch dient der Transparenz und versorgt Studierende, Studieninteressierte und andere interne und externe Adressaten mit Informationen über die Inhalte der einzelnen Module, ihre Qualifikationsziele sowie qualitative und quantitative Anforderungen.

Wichtige Lesehinweise:

Aktualität

Jedes Semester wird der aktuelle Stand des Modulhandbuchs veröffentlicht. Das Generierungsdatum (siehe Fußzeile) gibt Auskunft, an welchem Tag das vorliegende Modulhandbuch aus TUMonline generiert wurde.

Rechtsverbindlichkeit

Modulbeschreibungen dienen der Erhöhung der Transparenz und der besseren Orientierung über das Studienangebot, sind aber nicht rechtsverbindlich. Einzelne Abweichungen zur Umsetzung der Module im realen Lehrbetrieb sind möglich. Eine rechtsverbindliche Auskunft über alle studien- und prüfungsrelevanten Fragen sind den Fachprüfungs- und Studienordnungen (FPSOen) der Studiengänge sowie der allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung der TUM (APSO) zu entnehmen.

Wahlmodule

Wenn im Rahmen des Studiengangs Wahlmodule aus einem offenen Katalog gewählt werden können, sind diese Wahlmodule in der Regel nicht oder nicht vollständig im Modulhandbuch gelistet.

Verzeichnis Modulbeschreibungen (SPO-Baum)

Alphabetisches Verzeichnis befindet sich auf Seite 117

[20201] Bachelorstudium Physik | Bachelor Studies in Physics

GOP Teil 1 GOP Part 1	6
[MA9201] Mathematik für Physiker 1 Mathematics for Physicists 1	6 - 7
[MA9202] Mathematik für Physiker 2 Mathematics for Physicists 2	8 - 9
[PH0001] Experimentalphysik 1 Experimental Physics 1 [ExPh 1]	10 - 13
GOP Teil 2 GOP Part 2	14
[MA9203] Mathematik für Physiker 3 Mathematics for Physicists 3	14 - 15
[PH0002] Experimentalphysik 2 Experimental Physics 2 [ExPh 2]	16 - 17
[PH0005] Theoretische Physik 1 (Mechanik) Theoretical Physics 1 (Mechanics) [ThPh 1]	18 - 19
Prüfungsleistungen Examinations	20
[MA9204] Mathematik für Physiker 4 Mathematics for Physicists 4	20 - 21
[PH0003] Experimentalphysik 3 Experimental Physics 3 [ExPh 3]	22 - 25
[PH0006] Theoretische Physik 2 (Elektrodynamik) Theoretical Physics 2 (Electrodynamics) [ThPh 2]	26 - 28
[CH1104] Chemie für Studierende der Physik Chemistry for Students of Physics	29 - 31
[PH0004] Experimentalphysik 4 Experimental Physics 4 [ExPh 4]	32 - 33
[PH0007] Theoretische Physik 3 (Quantenmechanik) Theoretical Physics 3 (Quantum Mechanics) [ThPh 3]	34 - 35
Studienleistungen Course Work	36
[PH0009] Anfängerpraktikum Teil 1 Lab Course Part 1	36 - 38
[PH0010] Anfängerpraktikum Teil 2 Lab Course Part 2	39 - 41
[PH0011] Anfängerpraktikum Teil 3 Lab Course Part 3	42 - 44
technische Grundlagen Technical Basics	45
[IN8008] Einführung in die wissenschaftliche Programmierung Introduction to Scientific Programming	45 - 46
[PH0101] Einführung in neuronale Netzwerke für Studierende der Physik Introduction to Neuronal Networks for Physicists	47 - 49
Individuelles Modul "technische Grundlagen" Individual Module "Technical Basics"	50
[IN0002] Grundlagenpraktikum: Programmierung Fundamentals of Programming (Exercises & Laboratory)	50 - 51
[IN0019] Numerisches Programmieren Numerical Programming	52 - 54
Allgemeinbildende Fächer General-Education Subjects	55
Katalog für allgemeinbildende Fächer Catalog of General-Education Subjects	55
[PH8116] Wissenschaftliches Publizieren auf Englisch für Physiker Writing Scientific Papers: English Writing for Physicists	55 - 56
Fremdsprachen Foreign Languages	57
[SZ1217] Spanisch B2.2 Spanish B2.2	57 - 59

Ergänzungen des Katalogs für allgemeinbildende Fächer Supplement to the Catalog of General-Education Subjects	60
[PH0050] Ringvorlesung "Einführung in aktuelle Aspekte wissenschaftlicher Forschung" Lecture Series "Introduction to Current Aspects of Scientific Research"	61 - 62
Theoretische Physik 4 Theoretical Physics 4	63
[PH0008] Theoretische Physik 4A (Statistische Mechanik und Thermodynamik) Theoretical Physics 4A (Statistical Mechanics and Thermodynamics) [ThPh 4A]	63 - 65
[PH0031] Fachspezifische Schlüsselqualifikationen der Physik Subject-Specific Key Qualifications in Physics	66 - 69
Katalog zu den fachspezifischen Schlüsselqualifikationen der Physik Catalog for Subject-Specific Key Qualifications in Physics	70
[PH0030] Fortgeschrittenenpraktikum für Bachelorstudierende Advanced Lab Course for B.Sc. Students [FOPRA]	70 - 75
Fortgeschrittene Experimentalphysik Advanced Experimental Physics	76
Kern-, Teilchen- und Astrophysik Nuclear, Particle, and Astrophysics	76
[PH0014] Kern-, Teilchen- und Astrophysik 1 Nuclear, Particle, and Astrophysics 1	76 - 77
[PH0016] Einführung in die Kern-, Teilchen- und Astrophysik Introduction to Nuclear, Particle, and Astrophysics	78 - 81
[PH8016] Einführung in die Kern-, Teilchen- und Astrophysik (in englischer Sprache) Introduction to Nuclear, Particle, and Astrophysics (in English)	82 - 83
Physik der kondensierten Materie Condensed Matter Physics	84
[PH0017] Physik der kondensierten Materie 1 Condensed Matter Physics 1	84 - 87
[PH0019] Einführung in die Physik der kondensierten Materie Introduction to Condensed Matter Physics	88 - 89
[PH8019] Einführung in die Physik der kondensierten Materie (in englischer Sprache) Introduction to Condensed Matter Physics (in English)	90 - 93
Physikalisches Ergänzungsfach Physics Supplement	94
[PH0023] Einführung in die Biophysik Introduction to Biophysics	94 - 96
[PH0024] Fortgeschrittene Quantenmechanik Advanced Quantum Mechanics [QM*]	97 - 98
Vertiefung Concentration	99
[PH0020] Biophysik Biophysics	99 - 101
[PH0015] Kern-, Teilchen- und Astrophysik 2 Nuclear, Particle, and Astrophysics 2	102 - 103
[PH0018] Physik der kondensierten Materie 2 Condensed Matter Physics 2	104 - 105

[PH0021] Energiewissenschaften Energy Science	106 - 108
[PH0022] Materialwissenschaften Materials Science	109 - 111
Abschlussarbeit und Kolloquium Thesis and Colloquium	112
[PH0041] Bachelorarbeit Bachelor's Thesis	112 - 114
[PH0040] Bachelorkolloquium Bachelor's Colloquium	115 - 116

GOP Teil 1 | GOP Part 1**Modulbeschreibung****MA9201: Mathematik für Physiker 1 | Mathematics for Physicists 1***Lineare Algebra*

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2012

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 90

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur (90 Minuten) erbracht. In dieser wird überprüft, inwieweit die Studierenden lineare Strukturen erkennen und mit Matrizen darstellen können, in Anwendungsproblemen über den Matrizenkalkül verfügen sowie in begrenzter Zeit ihre Fähigkeiten im Abstrahieren und exakten Argumentieren aufzeigen können.

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Mathematikkenntnisse im Umfang der allgemeinen Hochschulreife

Inhalt:

Grundbegriffe (Mengen und Mengenoperationen, Abbildungen, Familien), Vektorräume (Untervektorraum, Lineare Hülle, Erzeugendenmenge, lineare Unabhängigkeit, Basis, Dimension), Lineare Abbildungen (Kern, Bild, Dimensionsformel, Lösungsraum einer linearen Gleichung, Isomorphismus), Matrizen (Abbildungsmatrix, Matrixkalkül, Basiswechsel), Lineare Gleichungssysteme (Eliminations-verfahren, Lösungsraum in Parameter- und Basisdarstellung), Determinanten, Eigenwerttheorie (Eigenräume, Diagonalisierbarkeit, charakteristisches Polynom, Trigonalisierbarkeit), Vektorräume mit Skalarprodukt (Cauchy- Schwarz Ungleichung, Orthonormalbasis, Gram- Schmidt Orthogonalisierungsverfahren, orthogonale Projektion, Bestapproximation), Diagonalisierung normaler Endomorphismen, Hauptachsentransformation

Lernergebnisse:

Die Studierenden haben gelernt, die Sprache der modernen Mathematik zu gebrauchen. Damit vermögen sie abstrakte Zusammenhänge zu analysieren und schlüssig zu argumentieren. Das Denken in Isomorphieklassen ist ihnen vertraut. Sie sind in der Lage, lineare Strukturen zu erkennen und mittels Matrizen darzustellen, zu deren Behandlung sie über den Matrizenkalkül verfügen.

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung, Übung, Kleingruppenübung, Übungsaufgaben zum Selbststudium

Das Modul wird als Vorlesung mit begleitender Übungsveranstaltung angeboten. In der Vorlesung werden die Inhalte im Vortrag durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Die Vorlesung soll den Studierenden dabei auch als Motivation zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen sowie zum Studium der Literatur dienen. Jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten werden in den Übungsveranstaltungen Aufgabenblätter und deren Lösungen angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte nutzen sollen. Nachdem dies anfangs durch Anleitung passiert, wird dies im Laufe des Semesters immer mehr selbstständig einzeln und zum Teil auch in Kleingruppen vertieft.

Medienform:

Übungsblätter, Skript

Literatur:

Meyberg K., Vachenauer, P.: Höhere Mathematik 1, Springer 1999.

Fischer G.: Lineare Algebra, Vieweg 2005.

Jänich, K.: Mathematik 1 (Geschrieben für Physiker), Springer 2005.

Lang, S.: Linear Algebra, Springer 1987.

Modulverantwortliche(r):

Wolf, Michael

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Zentralübung zu Mathematik für Physiker 1 (Lineare Algebra) [MA9201] (Übung, 2 SWS)

Wolf M, Jia Y, Ziegler P

Mathematik für Physiker 1 (Lineare Algebra) [MA9201] (Vorlesung, 4 SWS)

Wolf M, Jia Y, Ziegler P

Übungen zur Mathematik für Physiker 1 (Lineare Algebra) [MA9201] (Übung, 2 SWS)

Wolf M, Jia Y, Ziegler P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MA9202: Mathematik für Physiker 2 | Mathematics for Physicists 2

Analysis 1

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2012

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 90

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur (90 Minuten) erbracht. Dabei wird überprüft, inwieweit die Studierenden die grundlegenden Begriffe und Methoden der Analysis auch in begrenzter Zeit auf Problemstellungen anwenden können sowie mit dem zentralen Begriff der Approximation vertraut sind.

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Mathematikkenntnisse im Umfang der allgemeinen Hochschulreife

Inhalt:

- Reelle und komplexe Zahlen,
- Grenzwert und Konvergenz für Folgen und Reihen,
- Stetigkeit und Differenzierbarkeit von Funktionen einer Veränderlichen,
- Riemann- oder Regelintegral,
- Konvergenz von Funktionenfolgen,
- Potenzreihen, Taylorreihen, Fourierreihen,
- Einfache gewöhnliche Differenzialgleichungen.

Lernergebnisse:

Anhand der Funktionen einer Veränderlichen werden Grundbegriffe und Methoden der Analysis vermittelt. Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden mit dem zentralen Begriff der Approximation vertraut und in der Lage, die erworbenen Kenntnisse auf einfache Problemstellungen erfolgreich anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung, Übung, Übungsaufgaben zum Selbststudium

Das Modul wird als Vorlesung mit begleitender Übungsveranstaltung angeboten. In der Vorlesung werden die Inhalte im Vortrag durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Die Vorlesung soll den Studierenden dabei auch als Motivation zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen sowie zum Studium der Literatur dienen. Jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten werden in den Übungsveranstaltungen Aufgabenblätter und deren Lösungen angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte nutzen sollen. Nachdem dies anfangs durch Anleitung passiert, wird dies im Laufe des Semesters immer mehr selbstständig einzeln und zum Teil auch in Kleingruppen vertieft.

Medienform:

Skript

Literatur:

O. Forster, Analysis 1, Vieweg 2004.

K. Königsberger, Analysis 1, Springer-Verlag 2003.

Modulverantwortliche(r):

Warzel, Simone; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Zentralübung zu Mathematik für Physiker 2 (Analysis 1) [MA9202] (Übung, 2 SWS)

Warzel S, Kreiner C

Übungen zu Mathematik für Physiker 2 (Analysis 1) [MA9202] (Übung, 2 SWS)

Warzel S, Kreiner C

Mathematik für Physiker 2 (Analysis 1) [MA9202] (Vorlesung, 4 SWS)

Warzel S, Kreiner C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0001: Experimentalphysik 1 | Experimental Physics 1 [ExPh 1]

Mechanik

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 9	Gesamtstunden: 270	Eigenstudiums- stunden: 120	Präsenzstunden: 150

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine schriftliche Klausur von 120 Minuten Dauer statt. Darin wird exemplarisch das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe durch Rechenaufgaben und Verständnisfragen überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Bestimmen Sie das Gesamtdrehmoment, dass auf eine vorgegebene Konstruktion wirkt.
- Bestimmen Sie den Punkt an dem eine auf einer Kugel abrutschende Punktmasse, die Kugel verlässt.
- Um welchen Winkel wird ein Lot in einem Flugzeug auf Grund der Corioliskraft ausgelenkt, wenn dieses am 45. Breitengrad mit der Geschwindigkeit v Richtung Süden fliegt?
- Berechnen Sie das Trägheitsmoment eines Körpers um eine gegebene Achse.

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Auf die Note einer bestandenen Modulprüfung in der Prüfungsperiode direkt im Anschluss an die Vorlesung (nicht auf die Wiederholungsprüfung) wird ein Bonus (eine Zwischennotenstufe "0,3" besser) gewährt (4,3 wird nicht auf 4,0 aufgewertet), wenn die/der Studierende die Mid-Term-Leistung bestanden hat, diese besteht aus

- dem Bestehen der beiden freiwilligen Zwischenklausuren während des Semesters
- Vorbereiten von mindestens 50% der Hausaufgaben zum Vorrechnen in der Übung

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine

Inhalt:

Experimentalphysik:

- Einführung
- Messgenauigkeit und Messfehler
- Mechanik des Massepunktes
- Mechanische Schwingungen
- Systeme von Massepunkten
- Dynamik starrer Körper
- Mechanik fester und flüssiger Körper
- Gase
- Hydro- und Aerodynamik
- Mechanische Wellen

Mathematische Ergänzungen:

- komplexe Zahlen, Exponentialfunktion
- angewandte Analysis (Differentiation, Integration)
- Differentialgleichungen
- Funktionen mehrere Veränderlicher, partielle Ableitung

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage:

1. allgemeine Grundlagen bezüglich der Methodik und des Messvorgangs in der Physik zu kennen,
2. die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten bei der Bewegung eines Massepunktes anzuwenden,
3. mechanische Schwingungen zu berechnen,
4. mit Systemen von Massepunkten umgehen zu können,
5. die Dynamik starrer Körper zu berechnen,
6. die mechanischen Eigenschaften von festen und flüssigen Körpern sowie von Gasen zu kennen sowie deren Verhalten bei Strömungen abzuschätzen und
7. die Grundlagen mechanischer Wellen anzuwenden.

Sie sind mit grundlegenden mathematischen Methoden vertraut und können:

1. Ableitungen von Funktionen mehrerer Veränderlicher berechnen und interpretieren,
2. typische Integrale aus physikalischen Anwendungen in einer und mehr Dimensionen berechnen und
3. einfache, gewöhnliche Differentialgleichungen lösen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung „Experimentalphysik“ werden die Inhalte im Vortrag und durch anschauliche Beispiele und begleitende Demonstrationsexperimente sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert.

Jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten bietet das „Offene Tutorium“ die Gelegenheit zum Selbst- und Gruppenrechnen im Großgruppenformat. Betreut durch mehrere Tutoren werden gemeinsam jene Aspekte des Stoffes wiederholt, die zum Lösen von konkreten Aufgaben

gebraucht werden; Lösungsideen, -wege und -strategien werden vorgestellt und gemeinsam erprobt.

In den Übungen lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor. In der Vorlesung „Mathematischen Ergänzungen“ wird eine Mischung aus mathematischen Konzepten und konkreten Anwendungsbeispielen dargeboten, wie sie in der Experimentalphysik zum Einsatz kommen und die nicht, nur teilweise oder nicht rechtzeitig im Rahmen des allgemeinen Mathematikkanons abgedeckt werden. Der Dozent präsentiert den Stoff einerseits in enger Anlehnung an die Hauptvorlesung und orientiert sich andererseits spontan am Bedarf der Studierenden.

Die Vorlesung in englischer Sprache ist ein freiwilliges Zusatzangebot. In kompakter Form werden einige Themen der wesentlich umfangreicheren deutschsprachigen Pflichtvorlesung abgehandelt. Es bieten sich also eine etwas anderer Perspektive auf einzelne Stoffelemente und ein intensiver erster Kontakt mit Fachenglisch.

Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch.

Medienform:

Tafelanschrieb bzw. Präsentation,
Demonstrationsexperimente (Erklärungen zum Download),
Beispielvideos (z.T. zum Download),
Vorlesungsmitschrift zum Download,
Übungsaufgaben (Fallbeispiele) und Lösungen zum Download

Literatur:

W. Demtröder, Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme, Springer Verlag,
D. Meschede, Gerthsen Physik, Springer Verlag,
Bergmann-Schaefer, Lehrbuch der Experimentalphysik 1: Mechanik, Akustik, Wärme, de Gruyter,
Tipler, Physik, Spektrum

Modulverantwortliche(r):

Back, Christian; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Experimentalphysik 1 (Vorlesung, 4 SWS)
Back C

Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik 1 (Vorlesung, 2 SWS)
Back C [L], Höffer von Loewenfeld P

Offenes Tutorium zu Experimentalphysik 1 (Übung, 2 SWS)
Back C [L], Höffer von Loewenfeld P, Maier T

Übung zu Experimentalphysik 1 (Übung, 2 SWS)
Back C [L], Maier T

Experimentalphysik 1 in englischer Sprache (Vorlesung, 2 SWS)
Suyu S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte
campus.tum.de oder [hier](#).

GOP Teil 2 | GOP Part 2

Modulbeschreibung

MA9203: Mathematik für Physiker 3 | Mathematics for Physicists 3

Analysis 2

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2012

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 90

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer 90-minütigen Klausur erbracht. In dieser wird überprüft, inwieweit die Studierenden die grundlegenden Begriffe und Methoden der Analysis im Mehrdimensionalen auch in begrenzter Zeit auf konkrete und abstrakte Problemstellungen und auf physikalische Vorgänge anwenden können sowie mit Differenzialgleichungen umgehen können.

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

MA9201 Mathematik für Physiker 1 (Lineare Algebra 1), MA9202 Mathematik für Physiker 2 (Analysis 1)

Inhalt:

- Stetigkeit und Differenzierbarkeit von Funktionen mehrerer Veränderlicher,
- Taylorentwicklung,
- Implizite Funktionen, Extremwertprobleme,
- Kurvenintegrale, Elemente der Vektoranalysis,
- Theorie der gewöhnlichen Differenzialgleichungen.

Lernergebnisse:

Es werden Grundbegriffe und Methoden der Analysis im Mehrdimensionalen vermittelt und Verfahren der Differenzialgleichungen erlernt. Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, diese auf konkrete wie abstrakte Situationen bei der mathematischen Beschreibung physikalischer Vorgänge anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung, Übung, Übungsaufgaben zum Selbststudium

Das Modul wird als Vorlesung mit begleitender Übungsveranstaltung angeboten. In der Vorlesung werden die Inhalte im Vortrag durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Die Vorlesung soll den Studierenden dabei auch als Motivation zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen sowie zum Studium der Literatur dienen. Jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten werden in den Übungsveranstaltungen Aufgabenblätter und deren Lösungen angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte nutzen sollen. Nachdem dies anfangs durch Anleitung passiert, wird dies im Laufe des Semesters immer mehr selbstständig einzeln und zum Teil auch in Kleingruppen vertieft.

Medienform:

Skript

Literatur:

K. Königsberger, Analysis 1+2. Springer 2003.

K. Jänich, Mathematik 1+2, Springer 2002.

Modulverantwortliche(r):

Warzel, Simone; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Mathematik für Physiker 3 (Analysis 2) [MA9203] (Vorlesung, 4 SWS)

Warzel S, Kreiner C

Übungen zur Mathematik für Physiker 3 (Analysis 2) [MA9203] (Übung, 2 SWS)

Warzel S, Kreiner C

Zentralübung zur Mathematik für Physiker 3 (Analysis 2) [MA9203] (Übung, 2 SWS)

Warzel S, Kreiner C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0002: Experimentalphysik 2 | Experimental Physics 2 [ExPh 2]

Elektromagnetismus

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 9	Gesamtstunden: 270	Eigenstudiums- stunden: 120	Präsenzstunden: 150

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Finley, Jonathan; Prof. Ph.D.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Experimentalphysik 2 (Vorlesung, 4 SWS)

Finley J

Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik 2 (Vorlesung, 2 SWS)

Finley J [L], Höffer von Loewenfeld P

Offenes Tutorium zu Experimentalphysik 2 (Übung, 2 SWS)

Finley J [L], Höffer von Loewenfeld P, Maier T

Übung zu Experimentalphysik 2 (Übung, 2 SWS)

Finley J [L], Maier T

Experimentalphysik 2 in englischer Sprache (Vorlesung, 2 SWS)

Sharp I (Kisslinger R)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0005: Theoretische Physik 1 (Mechanik) | Theoretical Physics 1 (Mechanics) [ThPh 1]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 120	Präsenzstunden: 120

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Kaiser, Norbert; Apl. Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Zentralübung zur Theoretischen Physik 1 (Mechanik) (Übung, 2 SWS)

Kaiser N

Theoretische Physik 1 (Mechanik) (Vorlesung, 4 SWS)

Knap M, Knolle J

Übung zu Theoretische Physik 1 (Mechanik) (Übung, 2 SWS)

Knolle J [L], Leeb V

Offenes Tutorium zu Theoretische Physik 1 (Mechanik) (Übung, 2 SWS)

Knolle J [L], Leeb V

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Prüfungsleistungen | Examinations

Modulbeschreibung

MA9204: Mathematik für Physiker 4 | Mathematics for Physicists 4

Analysis 3

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2012

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 90

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur (90 Minuten) erbracht. In dieser wird überprüft, inwieweit die Studierenden ihre Fähigkeit in der fortgeschrittenen Analysis weiter geschärft haben und auf Problemstellungen unter zeitlichem Druck anwenden können sowie ein mathematisches Verständnis für die Theoretische Physik gewonnen haben.

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

MA9201 Mathematik für Physiker 1 (Lineare Algebra 1), MA9202 Mathematik für Physiker 2 (Analysis 1), MA9203 Mathematik für Physiker 3 (Analysis 2)

Inhalt:

- Integrationstheorie im \mathbb{R}^n ,
- Integralsätze,
- Fouriertransformation,
- Hauptsätze der Funktionentheorie,
- Elemente der Hilbertraumtheorie,
- einfache partielle Differentialgleichungen.

Lernergebnisse:

Es werden Resultate der fortgeschrittenen Analysis erzielt, die zum mathematischen Verständnis der Grundvorlesungen in Theoretischer Physik notwendig sind. Nach der Teilnahme an

der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, diese Kenntnisse auf einfache Problemstellungen anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung, Übung, Übungsaufgaben zum Selbststudium

Das Modul wird als Vorlesung mit begleitender Übungsveranstaltung angeboten. In der Vorlesung werden die Inhalte im Vortrag durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Die Vorlesung soll den Studierenden dabei auch als Motivation zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen sowie zum Studium der Literatur dienen. Jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten werden in den Übungsveranstaltungen Aufgabenblätter und deren Lösungen angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte nutzen sollen. Nachdem dies anfangs durch Anleitung passiert, wird dies im Laufe des Semesters immer mehr selbstständig einzeln und zum Teil auch in Kleingruppen vertieft.

Medienform:

Skript

Literatur:

K. Königsberger, Analysis 1+2. Springer 2003.

H. Kerner, W. von Wahl, Mathematik für Physiker, Springer 2006.

K. Jänich, Analysis für Physiker und Ingenieure, Springer 2001.

Modulverantwortliche(r):

Warzel, Simone; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Mathematik für Physiker 4 (Analysis 3) [MA9204] (Vorlesung, 4 SWS)

König R (Prähofer M), Kaniber S

Zentralübung zu Mathematik für Physiker 4 (Analysis 3) [MA9204] (Übung, 2 SWS)

König R, Kaniber S

Übungen zu Mathematik für Physiker 4 (Analysis 3) [MA9204] (Übung, 2 SWS)

König R, Kaniber S, Prähofer M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0003: Experimentalphysik 3 | Experimental Physics 3 [ExPh 3]

Optik und Quantenphysik

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2022/23

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 120	Präsenzstunden: 120

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine schriftliche Klausur von 90 Minuten Dauer statt. Darin wird exemplarisch das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe durch Rechenaufgaben und Verständnisfragen überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Konstruieren Sie den Strahlengang in einem Galilei Fernrohr und berechnen Sie dessen vertikale Vergrößerung bei gegebenen Linsenradien.
- Im reflektierten Licht einer Seifenblase beobachtet man maximal gelbes Licht unter einem Winkel von 45° . Bestimmen Sie die Dicke der Seifenblase.

- Das Lichtquant ($0,003 \text{ nm}$) wird an einem ruhenden Elektron unter einem Winkel von 90° elastisch gestreut. Wie groß ist die de-Broglie-Wellenlänge des Rückstoß-Elektrons?

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Auf die Note einer bestandenen Modulprüfung in der Prüfungsperiode direkt im Anschluss an die Vorlesung (nicht auf die Wiederholungsprüfung) wird ein Bonus (eine Zwischennotenstufe "0,3" besser) gewährt (4,3 wird nicht auf 4,0 aufgewertet), wenn die/der Studierende die Mid-Term-Leistung bestanden hat, diese besteht aus

- dem Bestehen der freiwilligen Zwischenklausur während des Semesters
- sinnvollem Vorbereiten von mindestens 50% der Hausaufgaben zum Vorrechnen in der Übung

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

PH0001, PH0002, MA9201, MA9202, MA9203

für Studierende des Bachelorstudiengangs Naturwissenschaftliche Bildung Mathematik / Physik:
PH0001, PH0002, MA9935, MA9936

Inhalt:

1. Elektromagnetische Wellen
 - 1.1 Fouriertransformationen
 - 1.2 Phasen- und Gruppengeschwindigkeiten
 - 1.3 Die Dispersion von Licht
2. Elektromagnetische Wellen an Grenzflächen
 - 2.1 Das Huygenssche Prinzip
 - 2.2 Transmission und Reflexion
 - 2.3 Reflexion absorbierender Medien
 - 2.4 Streuung von Licht
3. Geometrische Optik
 - 3.1 Das Fermatsche Prinzip
 - 3.2 Das Prisma
 - 3.3 Die optische Abbildung
 - 3.3.1 Kugelspiegel
 - 3.3.2 Brechende Kugelflächen
 - 3.3.3 Dünne Linsen
 - 3.3.4 Dicke Linsen
 - 3.3.5 Optische Instrumente (Das Auge, Fotoapparat, Mikroskop, Teleskope)
 - 3.3.6 Abbildungsfehler
 - 3.3.7 Adaptive Optik
 4. Welleneigenschaften des Lichts
 - 4.1 Fresnel- Kirchhoffsche Beugung
 - 4.1.1 Beugung am Spalt
 - 4.1.2 Beugung und Interferenz am Doppelspalt
 - 4.1.3 Beugung und Interferenz am Gitter
 - 4.1.4 Beugung an Kristallen
 - 4.2. Kohärenz
 - 4.2.1 Interferometer
 - 4.2.2 Interferenz an dünnen Schichten
 - 4.2.3 Optische Vergütung von Oberflächen
 - 4.2.4 Das Fabry-Perot Interferometer
 - 4.3 Das Auflösungsvermögen optischer Instrumente
 - 4.4 Über die Abbesche Theorie der Bildentstehung, Fourieroptik
 - 4.5 Holographie
 - 4.6 Polarisierung
 - 4.6.1 Lineare Polarisierung
 - 4.6.2 Zirkulare Polarisierung
 - 4.6.3 Doppelbrechung
 - 4.7 Einführung in die nichtlineare Optik
 5. Quantenphänomene

- 5.1 Der Photoeffekt
- 5.2 Der Comptoneffekt
- 5.3 Bremsstrahlung
- 5.4 Röntgenstrahlung
- 5.5 Paarerzeugung
- 5.6 Über den Drehimpuls von Photonen
- 5.7 Strahlungsgesetze
 - 5.7.1 Der schwarze Strahler
 - 5.7.2 Die kosmische Hintergrundstrahlung
- 5.8 Der Laser
- 5.9 Materiewellen
 - 5.9.1 Wellenpakete
 - 5.9.2 Wahrscheinlichkeitsinterpretation

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Gesetze der geometrischen Optik anzuwenden sowie die Funktionsweise und Limitationen einfacher optischer Instrumente zu verstehen. Desweiteren sind sie in der Lage, die Phänomene der Beugung und Interferenz zu verstehen und die daraus resultierende Anwendung von komplexen Instrumenten und Methoden, wie z.B. in der Holographie zu kennen. Die Studierenden können den Übergang von der klassischen Physik zur Quantenphysik beschreiben und diese Konzepte zur Lösung von Problemstellungen anwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung „Experimentalphysik“ werden die Inhalte im Vortrag und durch anschauliche Beispiele und begleitende Demonstrationsexperimente sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert.

Jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten bietet das „Offene Tutorium“ die Gelegenheit zum Selbst- und Gruppenrechnen im Großgruppenformat. Betreut durch mehrere Tutoren werden gemeinsam jene Aspekte des Stoffes wiederholt, die zum Lösen von konkreten Aufgaben gebraucht werden; Lösungsideen, -wege und -strategien werden vorgestellt und gemeinsam erprobt.

In den Übungen lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor. Die Vorlesung in englischer Sprache ist ein freiwilliges Zusatzangebot. In kompakter Form werden einige Themen der wesentlich umfangreicheren deutschsprachigen Pflichtvorlesung abgehandelt.

Es bieten sich also eine etwas anderer Perspektive auf einzelne Stoffelemente und ein intensiver erster Kontakt mit Fachenglisch.

Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch.

Medienform:

Tafelanschrieb bzw. Präsentation,
Demonstrationsexperimente (Erklärungen zum Download),
Beispielvideos (z.T. zum Download),
Vorlesungsmitschrift zum Download,
Übungsaufgaben (Fallbeispiele) und Lösungen zum Download

Literatur:

W. Zinth, H.J. Körner; Experimentalphysik III, Oldenbourg-Verlag
W. Demtröder: Experimentalphysik 2 & 3, Springer-Verlag, 3. Auflage
E. Hecht, A. Zajac; Optics, Addison-Wesley Verlag
H. Haken, H.C. Wolf: Atom- und Quantenphysik, Springer Verlag, 8. Auflage

Modulverantwortliche(r):

Oberauer, Lothar; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Experimentalphysik 3 (Vorlesung, 4 SWS)
Oberauer L

Offenes Tutorium zu Experimentalphysik 3 (Übung, 2 SWS)
Oberauer L [L], Höffer von Loewenfeld P, Maier T

Übung zu Experimentalphysik 3 (Übung, 2 SWS)
Oberauer L [L], Maier T

Experimentalphysik 3 in englischer Sprache (Vorlesung, 2 SWS)
Sharp I

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0006: Theoretische Physik 2 (Elektrodynamik) | Theoretical Physics 2 (Electrodynamics) [ThPh 2]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 120	Präsenzstunden: 120

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine schriftliche Klausur von 90 Minuten Dauer statt. Darin wird exemplarisch das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe durch Rechenaufgaben und Verständnisfragen überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Berechnung des elektromagnetischen Feldes einer gegebenen Ladungs- oder Stromverteilung
- Multipolanalyse des Strahlungsfeldes einer Antenne

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Auf die Note einer bestandenen Modulprüfung in der Prüfungsperiode direkt im Anschluss an die Vorlesung (nicht auf die Wiederholungsprüfung) wird ein Bonus (eine Zwischennotenstufe "0,3" besser) gewährt (4,3 wird nicht auf 4,0 aufgewertet), wenn die/der Studierende die Mid-Term-Leistung bestanden hat, diese besteht aus

- dem Erreichen von mindestens 50% der Hausaufgaben-Bearbeitungspunkte
- aktiver Beteiligung in den Übungen durch Präsentieren der Lösung von Übungsaufgaben und Teilnahme an den fachlichen Diskussionen

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

PH0001, PH0002, PH0005, MA9201, MA9202, MA9203

für Studierende des Bachelorstudiengangs Naturwissenschaftliche Bildung Mathematik / Physik:

PH0001, PH0002, PH0005, MA9937, MA9938, MA9939, MA9940

Inhalt:

Elektrostatik und Magnetostatik
Maxwellsche Theorie bei vorgegebenen Ladungs- und Stromverteilungen
Maxwellsche Gleichungen in Materie
Potentiale, Eichtransformationen
Energie- und Impulssatz
Wellen und Beugung
Multipolentwicklung
Feld einer bewegten Punktladung
Spezielle Relativitätstheorie
Energie-Impuls-Tensor

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul ist der/die Studierende in der Lage:

- 1.) Differentialgleichungen mit Randwertbedingungen zu lösen.
- 2.) die Maxwellgleichungen zur Berechnung von Feldverteilungen anzuwenden.
- 3.) Wellengleichungen im Vakuum und in Materie zu lösen.
- 4.) Felder von bewegten Ladungsverteilungen mit Greens Funktionen zu berechnen.
- 5.) Felder in gleichförmig bewegten Bezugssystemen zu berechnen.
- 6.) die Tensoralgebra zu beherrschen und mit Kugelflächenfunktionen rechnen zu können.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung „Theoretische Physik“ werden die Inhalte im Vortrag und durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert.

Jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten bietet das „Offene Tutorium“ die Gelegenheit zum Selbst- und Gruppenrechnen im Großgruppenformat. Betreut durch mehrere Tutoren werden gemeinsam jene Aspekte des Stoffes wiederholt, die zum Lösen von konkreten Aufgaben gebraucht werden; Lösungsideen, -wege und -strategien werden vorgestellt und gemeinsam erprobt.

In den Übungen lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor. Die Zentralübung ist ein freiwilliges Zusatzangebot. Anders als beim interaktiv ausgerichteten „Offenen Tutorium“ ist das Format des Frontalvortrages gewählt. Der Stoff wird hier vom Dozenten kurz wiederholt und die wesentlichen Lösungswege zu relevanten Aufgaben werden vorgestellt. So werden letztendlich die beiden interaktiven Übungsformate „Offenes Tutorium“ und „Tutorübung“ vorbereitet, in deren Fokus das selbstständige Lösen von Aufgaben steht.

Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch.

Medienform:

Tafelanschrieb bzw. Präsentation

Begleitende Informationen im Internet

Literatur:

J.D. Jackson: Klassische Elektrodynamik (W. De Gruyter, 3. Auflage 2001)

D.J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics

Modulverantwortliche(r):

Garbrecht, Björn; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Theoretische Physik 2 (Elektrodynamik) (Vorlesung, 4 SWS)

Kaiser N

Zentralübung zu Theoretische Physik 2 (Elektrodynamik) (Übung, 2 SWS)

Kaiser N

Übung zu Theoretische Physik 2 (Elektrodynamik) (Übung, 2 SWS)

Kaiser N [L], Geiger M

Offenes Tutorium zu Theoretische Physik 2 (Elektrodynamik) (Übung, 2 SWS)

Kaiser N [L], Geiger M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

CH1104: Chemie für Studierende der Physik | Chemistry for Students of Physics

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 6	Gesamtstunden: 180	Eigenstudiums- stunden: 120	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer 90-minütigen Klausur am Ende des Semesters erbracht. In dieser soll nachgewiesen werden, dass die Lernergebnisse, der Aufbau der Materie (Atombau), das Periodensystem der Elemente, die chemische Bindung (theoretische Chemie), einfache Reaktionsformen (u. a. Elektrochemie) und Katalyse (Kinetik) sowie die Grundlagen der chemischen Thermodynamik und chemischen Analytik, die Grundzüge der anorganischen Chemie, die Kernkonzepte der organischen und der Biochemie, erreicht wurden. Die Studierenden sind in der Lage, sich an die Lernergebnisse zu erinnern und diese zu verstehen. Es wird gezeigt, dass in begrenzter Zeit und ohne Hilfsmittel ein Problem erkannt wird und die gelernten Grundlagen zur Lösung angewandt werden können. Die Prüfungsfragen erstrecken sich über den gesamten Modulinhalt. Die Antworten erfordern hierbei eigene Berechnungen und Formulierungen. Im Rahmen der freiwilligen Mid-Term-Leistung können die Studierenden einen Notenbonus von 0,3 erhalten. Der Notenbonus wird auf die Klausurnote angerechnet und verbessert diese somit. Die Mid-Term-Leistung beinhaltet die Abgabe der bearbeiteten Übungsblätter vor der jeweiligen Übungsstunde. Für sehr gute und sinnvolle Lösungsansätze werden 2 Punkte vergeben; für die Bemühung zur Lösung der Aufgaben wird 1 Punkt pro Übungsblatt vergeben. Insgesamt können die Studierenden 24 Punkte erreichen. Die Mid-Term-Leistung ist beim Erreichen von 22 Punkten bestanden. Der Notenbonus wird nur auf die bestandene Klausurnote angerechnet. Der Notenbonus bleibt bei Nicht-Bestehen der Klausur erhalten und wird auf die Note der Wiederholungsprüfung angerechnet.

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlegende Kenntnisse der Chemie auf Schulniveau.

Inhalt:

Ziel des Moduls ist es, die Chemie in Ihren Hauptzweigen darzustellen. Grundlagenthemen wechseln sich mit Gastvorträgen zu aktuellen Forschungsthemen ab. Innerhalb der Grundlagen wird der Aufbau der Materie (Atombau) besprochen, um das Periodensystem der Elemente verstehen zu können. Zudem sollen wichtige Konzepte wie die chemische Bindung (theoretische Chemie), einfache Reaktionsformen (u. a. Elektrochemie) und Katalyse (Kinetik) sowie die Grundlagen der chemischen Thermodynamik und chemischen Analytik vermittelt werden. Im Bereich der Stoffchemie werden die Grundzüge der anorganischen Chemie besprochen, gefolgt von den Kernkonzepten der organischen und der Biochemie.

Kapitelübersicht:

- 1 Atombau und allgemeine Chemie
- 2 Die Chemische Bindung
- 3 Organische Chemie
- 4 Anorganische Chemie
- 5 Chemische Thermodynamik
- 6 Chemische Kinetik
- 7 Analytische Chemie
- 8 Elektrochemie

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, den Aufbau des Periodensystems darzustellen und auf der Basis von Trends die Eigenschaften verschiedener Elemente abschätzen zu können. Unterschiedliche chemische Bindungstypen können beschrieben und unterschieden werden; einfache Strukturen von organischen Molekülen und anorganischen Verbindungen können dargestellt werden und erlauben einen ersten Zugang zum dreidimensionalen Aufbau der Materie.

Die Studierenden können auf der Grundlage der phänomenologischen Thermodynamik die grundlegenden Konzepte der chemischen Energetik anwenden, können einfache Beispiele für chemische Reaktionsmechanismen darstellen und grundlegende kinetische Berechnungen durchführen.

Außerdem haben die Studierenden die Fähigkeit erlangt, für gegebene Reaktanden und Bedingungen Reaktionsgleichungen richtig aufzustellen.

Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage, wichtige chemische Substanzen zu kategorisieren sowie einfache chemische Reaktionen voraussagen und zu klassifizieren. Sie haben grundlegende Kenntnisse über die Reaktivität der Chemie der Elemente erworben und sind in der Lage, diese auf neue Aufgabenstellungen zu übertragen. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage, einfache organische Moleküle nach der IUPAC-Nomenklatur zu benennen und zu zeichnen; die wichtigsten funktionellen Gruppen in organischen Verbindungen können identifiziert und benannt werden. Die wichtigsten Instrumente und Methoden der analytischen Chemie sowie deren Einsatzgebiete sind den Studierenden bekannt.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag, durch Tafelanschrieb, durch Experimente sowie mittels Projektionsmethoden vermittelt.

Durch Fragen an die Studierenden und Diskussion mit den Studierenden sollen diese gezielt zur inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt werden. In den Übungen werden konkrete Fragestellungen mit den Studierenden diskutiert und die Lösungen an der Tafel im Dialog erarbeitet.

In der Vorlesung und der zugehörigen Übung werden alle wichtigen Inhalte erarbeitet und dokumentiert; die Studierenden erstellen somit Ihr eigenes Skript. Auch PowerPoint-Folien kommen zum Einsatz und werden mit dem Tafelanschrieb verknüpft. Zur Vertiefung des Verständnisses von chemischen Vorgängen und deren physikalischen Grundlagen werden während der Vorlesung Experimente gezeigt und erklärt.

Die Studierenden sind zum Eigenstudium der Inhalte über die Vorlesung hinaus angehalten, wobei in der Vorlesung entsprechende Literaturquellen genannt werden. Ebenso werden im Rahmen der Übungen die Konzepte der Vorlesung vertieft und anhand von Beispielen angewendet. Weiterführende Informationen, die Folien der Vorlesung, die Übungsaufgaben und die dazugehörigen Lösungen sind im Internet verfügbar.

Medienform:

Tafelanschrieb, PowerPoint-Folien, Versuchsvorführungen, Übungsblätter

Literatur:

- 1) Chemie - Mortimer, Charles E.; Müller, Ulrich: 2014 (11. Auflage); Print ISBN 978-3134843118 - Online ISBN 9783131940513 - Link zum e-book (im MWN)
- 2) Lehrbuch der Physikalischen Chemie - Wedler, Gerd und Freund, Hans-Joachim: 2012 (6. Auflage); Print ISBN 978-3527329090- Link zum e-book (im MWN)
- 3) Chemie für Ingenieure - Hoinkis, Jan: 2016 (14. Auflage); Print ISBN 978-3-527-33752-1

Modulverantwortliche(r):

Hauer, Jürgen; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Allgemeine und Anorganische Chemie für Studierende der Physik und TUM-BWL (CH1104)
(Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)
Bucher D, Fischer R, Hauer J

Zusatzangebot: Tutorium für Allgemeine und Anorganische Chemie (CH1104) (Tutorium, 1 SWS)
Hauer J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0004: Experimentalphysik 4 | Experimental Physics 4 [ExPh 4]

Atomphysik und Thermodynamik

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 120	Präsenzstunden: 120

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Märkisch, Bastian; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Experimentalphysik 4 (Vorlesung, 4 SWS)

Fierlinger P

Offenes Tutorium zu Experimentalphysik 4 (Übung, 2 SWS)

Fierlinger P [L], Höffer von Loewenfeld P, Maier T

Übung zu Experimentalphysik 4 (Übung, 2 SWS)

Fierlinger P [L], Maier T

Experimentalphysik 4 in englischer Sprache (Vorlesung, 2 SWS)

Suyu S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0007: Theoretische Physik 3 (Quantenmechanik) | Theoretical Physics 3 (Quantum Mechanics) [ThPh 3]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 9	Gesamtstunden: 270	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 120

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Weiler, Andreas; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Zentralübung zur Theoretischen Physik 3 (Quantenmechanik) (Übung, 2 SWS)

Kaiser N

Theoretische Physik 3 (Quantenmechanik) (Vorlesung, 4 SWS)

Vairo A

Übung zu Theoretische Physik 3 (Quantenmechanik) (Übung, 2 SWS)

Vairo A [L], Mayer-Steudte J

Offenes Tutorium zu Theoretische Physik 3 (Quantenmechanik) (Übung, 2 SWS)

Vairo A [L], Mayer-Steudte J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Studienleistungen | Course Work

Modulbeschreibung

PH0009: Anfängerpraktikum Teil 1 | Lab Course Part 1

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2018/19

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Erreichen der Lernergebnisse wird kontinuierlich im laufenden Praktikumsbetrieb überprüft (Laborleistung). Zum Bestehen des Moduls müssen am Ende alle sechs Praktikumsversuche und drei Kolloquien mit „bestanden“ bewertet worden sein. Das Praktikum ist eine Studienleistung, die Gesamtbeurteilung lautet „bestanden“ oder „nicht bestanden“.

Die einzelnen Praktikumsversuche werden vom Betreuer jeweils in den Kategorien Vorbereitung, Versuchsdurchführung und Ausarbeitung bewertet. Für den Gesamterfolg muss jede Kategorie positiv bewertet worden sein. Andernfalls ist der Versuch zu wiederholen. Hierzu prüft der Betreuer zu Beginn des Versuches durch spezifische Fragen im Rahmen eines kurzen Vorgesprächs zunächst die ausreichende Vorbereitung. Für das Experiment stehen dann 4 bis 4,5 Stunden zur Verfügung. Durchführung und Protokollierung werden vom Betreuer begleitet und bewertet. Kriterien sind z.B. die korrekte Durchführung der geforderten Experimente, die Vollständigkeit der Messwerte oder die geeignete Wahl der Messwertebereiche. Im Anschluss ist als Hausarbeit auf Basis des Messprotokolls eine schriftliche Ausarbeitung im Umfang von typischerweise zehn Seiten zu verfassen, die zu Beginn des nächsten Praktikumstages abgegeben werden muss. Diese wird vom Betreuer korrigiert und bewertet. Anhand der Ausarbeitungen wird überprüft, inwieweit die Fähigkeiten zum Anfertigen eines wissenschaftlichen Textes vorhanden sind. Kriterien sind z.B. die formale Struktur und die inhaltliche Argumentation. Zudem wird darauf geachtet, inwieweit das Verständnis der Datenanalyse und Kenntnisse der Fehlerrechnung vorhanden sind.

Zu drei Versuchen führt der Betreuer mit den Studierenden zusätzlich intensivere Abschlussgespräche (Kolloquien, Dauer ca. 30 Minuten) durch und bewertet diese. Zur jeweiligen Thematik werden hierzu Verständnisfragen zu Theorie und Experiment diskutiert. Dabei kann z.B. auch nach den dem Versuch zugrundeliegenden Ideen oder nach Vor- und Nachteilen des Versuchsaufbaus gegenüber alternativen Aufbauten und Methoden gefragt werden. Mit „nicht bestanden“ bewertete Kolloquien können wiederholt werden.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

PH0001 (empfohlen)

Inhalt:

- Durchführung von sechs Praktikumsversuchen in Gruppen
- Eingangsdiskussion
- Messungen und Anfertigen eines Messprotokolls
- Auswerten der Versuche
- Analyse der Messunsicherheiten
- Anfertigen von Schriftlichen Ausarbeitungen
- Abschlusdiskussion (zu drei Versuchen)
- Themenbereich: Mechanik und Thermodynamik

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage

- Vorgehensweisen der Durchführung einfacher physikalischer Experimente im Bereich der Mechanik und Thermodynamik anzuwenden;
- die Grundlagen im Erstellen einfacher wissenschaftlicher Abhandlungen und den mathematischen Umgang mit Messunsicherheiten anzuwenden;
- die grundsätzlichen physikalischen Zusammenhänge zwischen Experiment und beschreibendem Modell bzw. der Theorie zu verstehen;
- die elementaren Werkzeuge der Datenanalyse sowohl manuell als auch unter Benutzung von Auswertesoftware anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Studierenden führen insgesamt sechs Versuche bzw. Experimente nach vorbereitendem Selbststudium der Versuchsbeschreibungen und kurzer Einweisung und Anleitung durch Versuchsbetreuer weitestgehend selbständig durch. Für jeden einzelnen Versuch ist ein separater Termin (Präsenzzeit 4 bis 4,5 Stunden) vorgesehen. Bei Fragen und Problemen werden die Studierenden von den Versuchsbetreuern unterstützt.

Begleitend zur Durchführung des Experiments fertigen die Studierenden Laboraufzeichnungen für die Überprüfung der Versuchsdurchführung und die spätere Auswertung des Versuches an. Die Auswertung der Messdaten und die Anfertigung der Versuchsausarbeitungen erfolgt außerhalb der Präsenzzeit schriftlich in Eigenarbeit. Die Ausarbeitung ist bis zum jeweils nächsten Termin anzufertigen und wird vom Betreuer im Sinne eines Feedbacks gesichtet, kommentiert oder ggf. korrigiert.

Die Studierenden erhalten im Praktikum die Gelegenheit, klassische physikalische Phänomene und Inhalte durch eigenes Experimentieren nachzuvollziehen („Physik zum Anfassen“) und dabei gleichzeitig die Grundlagen naturwissenschaftlichen Arbeitens zu erlernen und einzuüben.

Medienform:

- Versuchsanleitungen zum Download
- Praktikumsversuche
- manuelle und rechnergestützte Messwerterfassung

Literatur:

- Anleitungen des Physikalischen Anfängerpraktikums (im Internet und als Kopiervorlage)
- Standardlehrbücher zur Experimentalphysik (Mechanik und Thermodynamik)
- W. Walcher, Praktikum der Physik, Vieweg+Teubner Verlag

Modulverantwortliche(r):

Kienberger, Reinhard; Prof. Dr. techn.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Physikalisches Grundpraktikum 1 für Bachelor in Gruppen (Praktikum, 4 SWS)

Kienberger R, Saß M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0010: Anfängerpraktikum Teil 2 | Lab Course Part 2

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2018/19

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Erreichen der Lernergebnisse wird kontinuierlich im laufenden Praktikumsbetrieb überprüft (Laborleistung). Zum Bestehen des Moduls müssen am Ende alle sechs Praktikumsversuche und drei Kolloquien mit „bestanden“ bewertet worden sein. Das Praktikum ist eine Studienleistung, die Gesamtbeurteilung lautet „bestanden“ oder „nicht bestanden“.

Die einzelnen Praktikumsversuche werden vom Betreuer jeweils in den Kategorien Vorbereitung, Versuchsdurchführung und Ausarbeitung bewertet. Für den Gesamterfolg muss jede Kategorie positiv bewertet worden sein. Andernfalls ist der Versuch zu wiederholen. Hierzu prüft der Betreuer zu Beginn des Versuches durch spezifische Fragen im Rahmen eines kurzen Vorgesprächs zunächst die ausreichende Vorbereitung. Für das Experiment stehen dann 4 bis 4,5 Stunden zur Verfügung. Durchführung und Protokollierung werden vom Betreuer begleitet und bewertet. Kriterien sind z.B. die korrekte Durchführung der geforderten Experimente, die Vollständigkeit der Messwerte oder die geeignete Wahl der Messwertebereiche. Im Anschluss ist als Hausarbeit auf Basis des Messprotokolls eine schriftliche Ausarbeitung im Umfang von typischerweise zehn Seiten zu verfassen, die zu Beginn des nächsten Praktikumstages abgegeben werden muss. Diese wird vom Betreuer korrigiert und bewertet. Anhand der Ausarbeitungen wird überprüft, inwieweit die Fähigkeiten zum Anfertigen eines wissenschaftlichen Textes vorhanden sind. Kriterien sind z.B. die formale Struktur und die inhaltliche Argumentation. Zudem wird darauf geachtet, inwieweit das Verständnis der Datenanalyse und Kenntnisse der Fehlerrechnung vorhanden sind.

Zu drei Versuchen führt der Betreuer mit den Studierenden zusätzlich intensivere Abschlussgespräche (Kolloquien, Dauer ca. 30 Minuten) durch und bewertet diese. Zur jeweiligen Thematik werden hierzu Verständnisfragen zu Theorie und Experiment diskutiert. Dabei kann z.B. auch nach den dem Versuch zugrundeliegenden Ideen oder nach Vor- und Nachteilen des Versuchsaufbaus gegenüber alternativen Aufbauten und Methoden gefragt werden. Mit „nicht bestanden“ bewertete Kolloquien können wiederholt werden.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

PH0001, PH0002, PH0009 (empfohlen)

Inhalt:

- Durchführung von sechs Praktikumsversuchen in Gruppen
- Eingangsdiskussion
- Messungen und Anfertigen eines Messprotokolls
- Auswerten der Versuche
- Analyse der Messunsicherheiten
- Anfertigen von Schriftlichen Ausarbeitungen
- Abschlusdiskussion (zu drei Versuchen)
- Themenbereich: Thermodynamik, Elektrodynamik und Magnetismus

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage

- Vorgehensweisen der Durchführung einfacher physikalischer Experimente im Bereich Thermodynamik, Elektrodynamik und Magnetismus anzuwenden;
- die Grundlagen im Erstellen einfacher wissenschaftlicher Abhandlungen und den mathematischen Umgang mit Messunsicherheiten anzuwenden;
- die grundsätzlichen physikalischen Zusammenhänge zwischen Experiment und beschreibendem Modell bzw. der Theorie zu verstehen;
- die elementaren Werkzeuge der Datenanalyse sowohl manuell als auch unter Benutzung von Auswertesoftware anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Studierenden führen insgesamt sechs Versuche bzw. Experimente nach vorbereitendem Selbststudium der Versuchsbeschreibungen und kurzer Einweisung und Anleitung durch Versuchsbetreuer weitestgehend selbständig durch. Für jeden einzelnen Versuch ist ein separater Termin (Präsenzzeit 4 bis 4,5 Stunden) vorgesehen. Bei Fragen und Problemen werden die Studierenden von den Versuchsbetreuern unterstützt.

Begleitend zur Durchführung des Experiments fertigen die Studierenden Laboraufzeichnungen für die Überprüfung der Versuchsdurchführung und die spätere Auswertung des Versuches an. Die Auswertung der Messdaten und die Anfertigung der Versuchsausarbeitungen erfolgt außerhalb der Präsenzzeit schriftlich in Eigenarbeit. Die Ausarbeitung ist bis zum jeweils nächsten Termin anzufertigen und wird vom Betreuer im Sinne eines Feedbacks gesichtet, kommentiert oder ggf. korrigiert.

Die Studierenden erhalten im Praktikum die Gelegenheit, klassische physikalische Phänomene und Inhalte durch eigenes Experimentieren nachzuvollziehen („Physik zum Anfassen“) und dabei gleichzeitig die Grundlagen naturwissenschaftlichen Arbeitens zu erlernen und einzuüben.

Medienform:

- Versuchsanleitungen zum Download
- Praktikumsversuche
- manuelle und rechnergestützte Messwerterfassung

Literatur:

- Anleitungen des Physikalischen Anfängerpraktikums (im Internet und als Kopiervorlage)
- Standardlehrbücher zur Experimentalphysik (Thermodynamik, Elektrodynamik)
- W. Walcher, Praktikum der Physik, Vieweg+Teubner Verlag

Modulverantwortliche(r):

Kienberger, Reinhard; Prof. Dr. techn.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Physikalisches Grundpraktikum 2 für Bachelor in Gruppen (Praktikum, 4 SWS)

Kienberger R, Saß M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0011: Anfängerpraktikum Teil 3 | Lab Course Part 3

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2018/19

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Erreichen der Lernergebnisse wird kontinuierlich im laufenden Praktikumsbetrieb überprüft (Laborleistung). Zum Bestehen des Moduls müssen am Ende alle sechs Praktikumsversuche und drei Kolloquien mit „bestanden“ bewertet worden sein. Das Praktikum ist eine Studienleistung, die Gesamtbeurteilung lautet „bestanden“ oder „nicht bestanden“.

Die einzelnen Praktikumsversuche werden vom Betreuer jeweils in den Kategorien Vorbereitung, Versuchsdurchführung und Ausarbeitung bewertet. Für den Gesamterfolg muss jede Kategorie positiv bewertet worden sein. Andernfalls ist der Versuch zu wiederholen. Hierzu prüft der Betreuer zu Beginn des Versuches durch spezifische Fragen im Rahmen eines kurzen Vorgesprächs zunächst die ausreichende Vorbereitung. Für das Experiment stehen dann 4 bis 4,5 Stunden zur Verfügung. Durchführung und Protokollierung werden vom Betreuer begleitet und bewertet. Kriterien sind z.B. die korrekte Durchführung der geforderten Experimente, die Vollständigkeit der Messwerte oder die geeignete Wahl der Messwertebereiche. Im Anschluss ist als Hausarbeit auf Basis des Messprotokolls eine schriftliche Ausarbeitung im Umfang von typischerweise zehn Seiten zu verfassen, die zu Beginn des nächsten Praktikumstages abgegeben werden muss. Diese wird vom Betreuer korrigiert und bewertet. Anhand der Ausarbeitungen wird überprüft, inwieweit die Fähigkeiten zum Anfertigen eines wissenschaftlichen Textes vorhanden sind. Kriterien sind z.B. die formale Struktur und die inhaltliche Argumentation. Zudem wird darauf geachtet, inwieweit das Verständnis der Datenanalyse und Kenntnisse der Fehlerrechnung vorhanden sind.

Zu drei Versuchen führt der Betreuer mit den Studierenden zusätzlich intensivere Abschlussgespräche (Kolloquien, Dauer ca. 30 Minuten) durch und bewertet diese. Zur jeweiligen Thematik werden hierzu Verständnisfragen zu Theorie und Experiment diskutiert. Dabei kann z.B. auch nach den dem Versuch zugrundeliegenden Ideen oder nach Vor- und Nachteilen des Versuchsaufbaus gegenüber alternativen Aufbauten und Methoden gefragt werden. Mit „nicht bestanden“ bewertete Kolloquien können wiederholt werden.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

PH0001, PH0002, PH0003, PH0009, PH0010 (empfohlen)

Inhalt:

- Durchführung von sechs Praktikumsversuchen in Gruppen
- Eingangsdiskussion
- Messungen und Anfertigen eines Messprotokolls
- Auswerten der Versuche
- Analyse der Messunsicherheiten
- Anfertigen von Schriftlichen Ausarbeitungen
- Abschlusdiskussion (zu drei Versuchen)
- Themenbereich: Optik, Atom- und Kernphysik

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage

- Vorgehensweisen der Durchführung einfacher physikalischer Experimente im Bereich Optik, Atom- und Kernphysik anzuwenden;
- die Grundlagen im Erstellen einfacher wissenschaftlicher Abhandlungen und den mathematischen Umgang mit Messunsicherheiten anzuwenden;
- die grundsätzlichen physikalischen Zusammenhänge zwischen Experiment und beschreibendem Modell bzw. der Theorie zu verstehen;
- die elementaren Werkzeuge der Datenanalyse sowohl manuell als auch unter Benutzung von Auswertesoftware anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Studierenden führen insgesamt sechs Versuche bzw. Experimente nach vorbereitendem Selbststudium der Versuchsbeschreibungen und kurzer Einweisung und Anleitung durch Versuchsbetreuer weitestgehend selbständig durch. Für jeden einzelnen Versuch ist ein separater Termin (Präsenzzeit 4 bis 4,5 Stunden) vorgesehen. Bei Fragen und Problemen werden die Studierenden von den Versuchsbetreuern unterstützt.

Begleitend zur Durchführung des Experiments fertigen die Studierenden Laboraufzeichnungen für die Überprüfung der Versuchsdurchführung und die spätere Auswertung des Versuches an. Die Auswertung der Messdaten und die Anfertigung der Versuchsausarbeitungen erfolgt außerhalb der Präsenzzeit schriftlich in Eigenarbeit. Die Ausarbeitung ist bis zum jeweils nächsten Termin anzufertigen und wird vom Betreuer im Sinne eines Feedbacks gesichtet, kommentiert oder ggf. korrigiert.

Die Studierenden erhalten im Praktikum die Gelegenheit, klassische physikalische Phänomene und Inhalte durch eigenes Experimentieren nachzuvollziehen („Physik zum Anfassen“) und dabei gleichzeitig die Grundlagen naturwissenschaftlichen Arbeitens zu erlernen und einzuüben.

Medienform:

- Versuchsanleitungen zum Download
- Praktikumsversuche
- manuelle und rechnergestützte Messwerterfassung

Literatur:

- Anleitungen des Physikalischen Anfängerpraktikums (im Internet und als Kopiervorlage)
- Standardlehrbücher zur Experimentalphysik (Optik, Atomphysik)
- W. Walcher, Praktikum der Physik, Vieweg+Teubner Verlag

Modulverantwortliche(r):

Kienberger, Reinhard; Prof. Dr. techn.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Physikalisches Grundpraktikum 3 für Bachelor in Gruppen (Praktikum, 4 SWS)

Kienberger R, Saß M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

technische Grundlagen | Technical Basics

Modulbeschreibung

IN8008: Einführung in die wissenschaftliche Programmierung | Introduction to Scientific Programming

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer 60-minütigen Klausur erbracht.

Fragen zu kurzen Beispielprogrammen testen, ob die Studierenden Algorithmen aus dem Bereich des wissenschaftlichen Rechnens verstehen und implementieren können. Dazu müssen auch kurze Programmabschnitte selbst implementiert werden. Fragen zu gegebenen Code-Beispielen überprüfen die Fähigkeit der Teilnehmer hinsichtlich der Einschätzung des jeweiligen Bedarfs an Rechenzeit und Speicherplatz.

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Elemente der Programmierung (elementare und zusammengesetzte Datentypen, Ausdrücke und Anweisungen, Techniken zur Strukturierung von Programmen, Objektorientierung) Werkzeuge des wissenschaftlichen Rechnens, insbesondere zur Visualisierung der Berechnungsergebnisse. Beispiele, die einerseits den Einsatz dieser Techniken demonstrieren und gleichzeitig exemplarisch typische Verfahren aus den folgenden Themenbereichen vorstellen sind: Gleichungslöser, numerische Quadratur sowie gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, sich an grundlegende Techniken des Rechnereinsatzes bei der Bearbeitung naturwissenschaftlich-technischer Fragestellungen zu erinnern und diese zu beschreiben.

Sie sind weiterhin in der Lage, Beispiele für Algorithmen aus dem Bereich des wissenschaftlichen Rechnens zu verstehen, sie in einer objektorientierten Programmiersprache zu implementieren sowie zur Lösung von Beispielproblemen einzusetzen und zu beurteilen (insbesondere hinsichtlich des Bedarfs an Rechenzeit und Speicherplatz, ggf. im Verhältnis zur erzielten Genauigkeit).

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer begleitenden Übung. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. Studierende sollen zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt werden. In den Übungen werden teilweise in Gruppenarbeit konkrete Fragestellungen gemeinsam beantwortet und ausgesuchte Beispiele bearbeitet.

Medienform:

Folien, Tafelarbeit, Übungsblätter

Literatur:

- H. P. Langtangen: A Primer on Scientific Programming with Python, Springer
- David M. Beasley: Python - Essential Reference

Modulverantwortliche(r):

Bungartz, Hans-Joachim; Prof. Dr. rer. nat. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übungen zu Einführung in die wissenschaftliche Programmierung (IN8008) (Übung, 2 SWS)

Neckel T [L], Menhorn F (Berger D, Chryssos L, Kager J, Rogge C), Milbradt R, Obersteiner M

Einführung in die wissenschaftliche Programmierung (IN8008) (Vorlesung, 2 SWS)

Neckel T [L], Neckel T, Menhorn F, Milbradt R, Obersteiner M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0101: Einführung in neuronale Netzwerke für Studierende der Physik | Introduction to Neuronal Networks for Physicists

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe wird exemplarisch durch eine von den Studierenden selbständig zu erarbeitende Abschlusspräsentation überprüft. Die Leistung der Studierenden wird an Hand der Präsentation und einer anschließenden Diskussion bewertet. Die Prüfung hat eine Dauer von insgesamt 25 Minuten.

Bewertungskriterien sind insbesondere:

- Anschauliche und klare Präsentation eines aktuellen Forschungsthemas im Rahmen eines wissenschaftlichen Vortrags
- Beantwortung von Fragen zum wissenschaftlichen Inhalt des Vortrags

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlegende Programmierkenntnisse werden empfohlen.

Inhalt:

1. Grundlegende Methoden der wissenschaftlichen Programmierung - Datenstrukturen - Fitten von Datenpunkten - LU-Zerlegung von Matrizen - Algorithmen zur Lösung von PDEs 2. Neuronale Netze - Grundlagen: Von Perzeptronen zu Sigmoiden Neuronen - Beispiel: Klassifikation von Punkten in der Ebene mit 4 Neuronen - Backpropagation / Trainieren von neuronalen Netzen - Beispiel: Erkennung Handgeschriebener Ziffern (MNIST) - Erweiterungen: Convolutional Neural

Networks etc. 3. Projektarbeit - Wahl eines Projekts (siehe Moodle) - Bearbeitung des Projekts unter Anleitung der Tutoren - Präsentation der Ergebnisse

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage

- Grundlegende numerische Algorithmen zu verstehen und anzuwenden- Die Funktionsweise von neuronalen Netzen zu verstehen
- Einzuschätzen, ob ein gegebenes Problem sich für einen Zugang mit Hilfe von neuronalen Netzen eignet
- Einfache Neuronale Netze ohne Zuhilfenahme von Bibliotheken zu programmieren
- Komplexe Neuronale Netze mit Hilfe von einschlägigen Tools zu erstellen, zu trainieren und zu verwenden

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

In der Vorlesung werden die Lerninhalte zunächst theoretisch auf einer elektronischen Tafel erläutert (der Anschrieb kann jeweils direkt nach der Vorlesung als PDF von der Webseite der Vorlesung heruntergeladen werden) und dann in Python oder mit Hilfe des Computeralgebrasystems Mathematica praktisch vorgeführt.

Übungsblätter, die häufig die Reproduktion der Ergebnisse aus der Vorlesung einschliessen, werden zunächst individuell bearbeitet und dann in der Übung (Gruppenübung) diskutiert.

Im letzten Drittel des Semester arbeiten die Studierenden selbstständig (mit Hilfe der Tutoren) an einem aus einer Liste selbst gewählten Projekt und präsentieren am Ende ihr Ergebnis allen Kursteilnehmern.

Medienform:

Anschrieb auf dem elektronischen Whiteboard, Demonstrationen in Mathematica, Python und Keras/Tensorflow;

Übungsblätter. Begleitende Webseite: <https://www.moodle.tum.de/course/view.php?id=79979>

Literatur:

- Michael A. Nielsen, "Neural Networks and Deep Learning", Determination Press 2015, <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>

- David MacKay, "Information Theory, Inference, and Learning Algorithms", Cambridge Univ. press 2003, <http://www.inference.org.uk/mackay/itila/book.html>

Modulverantwortliche(r):

Kienberger, Reinhard; Prof. Dr. techn.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Einführung in neuronale Netzwerke für Studierende der Physik (Vorlesung, 2 SWS)

Recksiegel S

Übung zu Einführung in neuronale Netzwerke für Studierende der Physik (Übung, 2 SWS)

Recksiegel S [L]

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Individuelles Modul "technische Grundlagen" | Individual Module "Technical Basics"

Modulbeschreibung

IN0002: Grundlagenpraktikum: Programmierung | Fundamentals of Programming (Exercises & Laboratory)

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2011/12

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 6	Gesamtstunden: 180	Eigenstudiums- stunden: 120	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsart: Übungsleistung

Auf 7 bis 14 Übungsblättern werden Aufgaben bzw. Programmieraufgaben gestellt, die von den Teilnehmern in schriftlicher oder elektronischer Form gelöst und abgegeben werden. Damit weisen die Teilnehmer nach, dass sie in einer objekt-orientierten Programmiersprache wie Java im Kleinen programmieren können und dass sie grundlegende Konzepte der Informatik verstanden haben und in eigenständigen Lösungen bzw. Programmen anwenden können.

Um den eigenen Anteil an den Lösungen nachweisen zu können, müssen die Teilnehmer dabei jederzeit in der Lage sein, ihre Lösungen auch mündlich zu präsentieren. Vor Beginn des Praktikums wird bekannt gegeben, wie die einzelnen Übungsbestandteile zur Ermittlung der Note gewichtet werden.

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Einführung in die Informatik 1 (IN0001) sollte gleichzeitig besucht werden

Inhalt:

Begleitend zum Modul IN0001 behandelt das Praktikum

Aufgaben, die u.a. die kreative Verwendung von:

- grundlegenden Datenstrukturen
- Rekursion

- Objekten, Klassen und Methoden
 - Listen, Schlangen und Bäumen
 - höheren Konzepten der objektorientierten Programmierung
 - Nebenläufigkeit
- zur Problemlösung einüben.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul beherrschen die Studierenden die Programmiersprache Java oder eine ähnliche objekt-orientierte Programmiersprache und das Programmieren im Kleinen. Sie können Programme eigenständig entwickeln und dabei wesentliche Konzepte der Informatik auf einem grundlegenden, praxis-orientierten, aber wissenschaftlichen Niveau anwenden, wie sie im Modul IN0001 gelehrt werden.

Lehr- und Lernmethoden:

Etwa ein Viertel des Moduls besteht aus der Bearbeitung von Übungsaufgaben zum begleitenden Modul IN0001. Diese Übungsaufgaben vertiefen das Verständnis fundamentaler Konzepte der Informatik.

In dem restlichen Teil dieses Moduls entwickeln die Teilnehmer kleinere Beispielanwendungen unter Anleitung, um ihre Fähigkeiten zur Programmierung in einer objektorientierten Programmiersprache zu entwickeln.

Medienform:

Projektor, Folien, Tafel, Softwareentwicklungsumgebungen

Literatur:

Siehe Modul IN0001

Modulverantwortliche(r):

Seidl, Helmut; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Praktikum: Grundlagen der Programmierung (IN0002) - ZÜ 1 (Praktikum, 4 SWS)

Westermann R [L], Wagener J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

IN0019: Numerisches Programmieren | Numerical Programming

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2022

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 6	Gesamtstunden: 180	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 75

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsart: Klausur

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur von 90 Minuten erbracht. In dieser soll nachgewiesen werden, dass in begrenzter Zeit ein Problem erkannt wird und Wege zu einer Lösung gefunden werden können. Die Prüfungsfragen gehen über den gesamten Vorlesungsstoff. Die Antworten erfordern eigene Formulierungen. Darüber hinaus können kurze Rechenaufgaben gestellt werden. Prüfungsfragen bewerten das Verständnis grundlegender Prinzipien des Numerischen Programmierens der Prüfungsteilnehmer und Prüfungsteilnehmerinnen. Hierzu zählt ebenfalls die Evaluierung des Wissens der Teilnehmenden in Bezug auf die wichtigsten grundlegenden numerischen Algorithmen der Informatik. Kleine Codestücke erlauben die Überprüfung der Fähigkeit der Studierenden diese Algorithmen anzuwenden und zu implementieren.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

MA0901 Lineare Algebra für Informatik, MA0902 Analysis für Informatik

Inhalt:

- Gleitpunktarithmetik (Zahldarstellung, Rundungsfehleranalyse, Kondition, Stabilität)
- Interpolation (Polynominterpolation, Splines, trigonometrische Interpolation, Schnelle Fourier-Transformation)
- Integration (einfache und zusammengesetzte Regeln, Extrapolationsverfahren, Gauß-Quadratur)
- Lösung linearer Gleichungssysteme (Gauß-Elimination, LR-Zerlegung, Pivoting, Least Squares)
- Gewöhnliche Differentialgleichungen (Finite Differenzen, Euler-Verfahren, Runge-Kutta-Verfahren, Konsistenz, Stabilität und Konvergenz, Diskretisierungsfehler, Mehrschrittverfahren)

- Iterative Verfahren (Relaxationsverfahren: Jacobi und Gauß-Seidel, Minimierungsverfahren: steilster Abstieg, Fixpunktiteration, nichtlineare Gleichungen: von der Bisektion zu Newton)
- Das symmetrische Eigenwertproblem (Motivation, Kondition, Vektoriteration, QR-Verfahren, Reduktionsalgorithmen)

Lernergebnisse:

Die Teilnehmenden verstehen die wesentlichen Grundsätze numerischen Programmierens, kennen die wichtigsten elementaren numerischen Algorithmen (z.B. Gauß-Elimination, QR-Algorithmen, Neville-Algorithmen, Jacobi und Gauß-Seidel-Algorithmen, Newtonverfahren), die für Aufgabenstellungen aus der Informatik relevant sind, und sind in der Lage, diese Algorithmen sicher anzuwenden und zu implementieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer begleitenden Übung. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. Studierende sollen zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt werden. In den Übungen werden teilweise in Gruppenarbeit gemeinsam konkrete Fragestellungen beantwortet und ausgesuchte Beispiele bearbeitet.

Medienform:

Folien, Tafelarbeit, Übungsblätter

Literatur:

- Huckle, Schneider: Numerische Methoden, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2006
- Späth: Numerik - eine Einführung für Mathematiker und Informatiker, Vieweg, Braunschweig-Wiesbaden, 1994
- Schwarz: Numerische Mathematik, Teubner, Stuttgart, 4. Auflage 1997
- Stoer, Bulirsch: Numerische Mathematik, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Band 1 (8. Auflage 1999) und Band 2 (4. Auflage 2000)
- Press, Flannery, Teukolsky, Vetterling: Numerical Recipes Cambridge University Press, <http://www.nr.com/>
- Golub, Ortega: Scientific Computing: An Introduction with Parallel Computing Academic Press, 1993

Modulverantwortliche(r):

Bungartz, Hans-Joachim; Prof. Dr. rer. nat. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Numerisches Programmieren (IN0019) (Vorlesung, 2 SWS)

Bungartz H [L], Bungartz H, Reiz S, Sun S, Wolf S

Übungen zu Numerisches Programmieren (IN0019) (Übung, 3 SWS)

Bungartz H [L], Reiz S, Sun S, Wolf S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Allgemeinbildende Fächer | General-Education Subjects

Katalog für allgemeinbildende Fächer | Catalog of General-Education Subjects

Modulbeschreibung

PH8116: Wissenschaftliches Publizieren auf Englisch für Physiker | Writing Scientific Papers: English Writing for Physicists

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau:	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Paul, Stephan; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

English Writing for Physicists (Vorlesung, 2 SWS)

Paul S (Greenwald D)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Fremdsprachen | Foreign Languages

Modulbeschreibung

SZ1217: Spanisch B2.2 | Spanish B2.2

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2022

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Unterrichtete Sprache	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In den Prüfungsleistungen werden die in der Modulbeschreibung angegebenen Lernergebnisse geprüft. Sie beinhalten Aufgaben zur Rezeption (Lese- und Hörverstehen) sowie zur Produktion (Wortschatz und Grammatik sowie freie Textproduktion) und werden in Form von kommunikativen kompetenz- und handlungsorientierten (Portfolio-) Prüfungsaufgaben abgehalten. Hilfsmittel erlaubt. Mündliche Produktion wird anhand der Anwendung entsprechender Redemittel in schriftlichen Dialogbeispielen überprüft und/oder in Form einer Audio-/Videodatei abgehalten. Hierzu beachten wir die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO, Art. 12 -21).

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Gesicherte Kenntnisse der Stufe B2.1.
Einstufungstest mit Ergebnis B2.2.

Inhalt:

In diesem Modul werden Kenntnisse in der Fremdsprache Spanisch erarbeitet, die es den Studierenden ermöglichen, aktiv und weitgehend flüssig über Themen von allgemeinem Interesse oder in vertrauten Fachgebieten mit einem Muttersprachler zu kommunizieren und eine Argumentation strukturiert auszuführen. Ein besonderes Augenmerk wird in diesem Modul auf die Entwicklung von Lesestrategien allgemeiner, akademischer und fachbezogener Texten, auf Wortschatzarbeit sowie die Befähigung zur Entwicklung von Hörstrategien gelegt. Zur Festigung der mündlichen und schriftlichen Fertigkeit werden Schwerpunkte der Grammatik (z.B. *contraste de pasados, indicativo/subjuntivo, estilo indirecto, oraciones subordinadas complejas* 2) erarbeitet, wiederholt und vertieft.

In diesem Modul haben die Studierenden die Gelegenheit, eine kurze Präsentation eigenverantwortlich zu gestalten und vorzutragen sowie anschließend auf Fragen zur eigenen Präsentation zu antworten.

Lernergebnisse:

Dieses Modul orientiert sich am Niveau B2 „Selbständige Sprachverwendung“ des GER. Der/die Studierende erlangt Kenntnisse in der Fremdsprache Spanisch auf schriftsprachlichem Niveau unter Berücksichtigung interkultureller, landeskundlicher und studienbezogener Aspekte. Er/Sie kann mühelos unterschiedlichste Texte, Artikel und Berichte aus Fachbüchern, Zeitschriften und Magazinen zu einem breiten Spektrum an Themen lesen und verstehen. Er/Sie kann in den Texten verschiedene Meinungsbilder, Standpunkte und Haltungen erkennen. Er/Sie ist in der Lage, zeitgenössische Prosatexte zu lesen. Der/Die Studierende kann längere Redebeiträge und Vorträge mühelos verstehen und komplexer Argumentation folgen, sofern sie klar vorgetragen werden. Der/Die Studierende ist in der Lage, klare und detaillierte Texte zu verschiedenen Themen, die von besonderem Interesse für ihn/sie sind oder zu seinem/ihrer Fachgebiet gehören zu verfassen und dabei kohärent zu argumentieren und fachspezifisches Vokabular zu benutzen. Er/Sie kann die eigenen Ansichten und Standpunkte begründen und verteidigen, seine/ ihre Argumentation logisch aufbauen und verbinden sowie Vor- und Nachteile bezüglich einer Entscheidung darlegen. Er/Sie kann sich spontan und fließend verständigen. Er/Sie kann zu vielen Themen aus seinen/ihren Interessen- oder Fachgebieten klar und strukturiert in mündlicher Form kommunizieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einem Seminar, in dem die angestrebten Lerninhalte mit gezielten Hör-, Lese-, Schreib- und Sprechaufgaben in Einzel-, Partner und Gruppenarbeit kommunikativ und handlungsorientiert erarbeitet werden. Durch die Kombination dieser Aufgaben wird die Interaktion mit den Partnern unterstützt und gefordert. Die Studierenden erwerben Teamkompetenz durch kooperatives Handeln in gemischten Gruppen.

Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, den Lernprozess in der Fremdsprache Spanisch eigenverantwortlich und effektiver zu gestalten und damit die eigenen Lernfähigkeiten zu verbessern.

Durch kontrolliertes Selbstlernen grundlegender grammatischer Phänomene und Kommunikationsmuster in der Fremdsprache mit vorgegebenen (online-) Materialien werden die im Seminar vermittelten Grundlagen vertieft.

Freiwillige Hausaufgaben (zur Vor- und Nacharbeitung) festigen das Gelernte.

Medienform:

Lehrbuch; multimedial gestütztes Lehr- und Lernmaterial, auch online.

Literatur:

Lehrbuch (wird in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben).

Modulverantwortliche(r):

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Spanisch B2.2 (Seminar, 2 SWS)

Hernandez Zarate M, Nevado Cortes C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Ergänzungen des Katalogs für allgemeinbildende Fächer | Supplement to the Catalog of General-Education Subjects

Im Rahmen der Studienleistung "Allgemeinbildende Fächer" erwerben die Studierenden über das Fachstudium hinausgehende Schlüsselqualifikationen. Der Katalog wird durch den Studiendekan laufend erweitert und enthält neben klassischen "Soft Skills" aus dem Angebot des MCTS/der Carl-von-Linde-Akademie, die Sprachkurse des Sprachenzentrums, geistes- und sozialwissenschaftlichen Module sowie spezifische Angebote. Die hier aufgeführten Module sind nur Beispiele. Nicht aufgenommen werden Module, wenn bereits vergleichbare Inhalte an anderer Stelle im Curriculum der Physik-Bachelor- oder -Masterstudiengänge enthalten sind (etwa als Pflichtmodul oder im nichtphysikalischen Wahlfach) – insbesondere sind also Module aus den Nachbarwissenschaften (Mathematik, Chemie, Ingenieurwesen, ...) keine allgemeinbildenden Fächer.

Modulbeschreibung

PH0050: Ringvorlesung "Einführung in aktuelle Aspekte wissenschaftlicher Forschung" | Lecture Series "Introduction to Current Aspects of Scientific Research"

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 1	Gesamtstunden: 30	Eigenstudiums- stunden: 10	Präsenzstunden: 20

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der erlangte Einblick in unterschiedliche Bereiche der wissenschaftlichen Forschung am Physik-Department wird durch einen Online-Test mit kurzen Fragen zu verschiedenen Vorträgen des Semesters geprüft.

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Es werden Kenntnisse in den physikalischen Grundmodulen der ersten drei Semester im Bachelorstudiengang Physik empfohlen.

Inhalt:

Die Ringvorlesung gibt einen Einblick in Teilgebiete wissenschaftlicher Forschung. Sie unterstützt damit insbesondere bei der Wahl der Vertiefungsrichtung im Bachelor-Studiengang Physik. Jede Woche werden ein bis zwei Arbeitsgruppen des Physik-Departments oder partnerschaftlicher Einrichtungen vorgestellt und mögliche Forschungsthemen für Bachelor- und Masterarbeiten oder Promotionsprojekte diskutiert.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Besuch des Moduls haben die Studierenden einen Überblick über aktuelle Forschungsthemen am Physik-Department. Somit können sie ihre Entscheidung für eine Vertiefungsrichtung im Bachelorstudiengang Physik fundiert treffen. Ferner haben Sie an einem konkreten Beispiel gezeigt, dass sie das Prüfungsverwaltungssystem aus Studierendensicht bedienen können.

Lehr- und Lernmethoden:

wissenschaftlicher Vortrag, Diskussion

Medienform:

Beamer-Präsentation, Tafelvortrag

Literatur:

Webseiten der Arbeitsgruppen

Modulverantwortliche(r):

Kienberger, Reinhard; Prof. Dr. techn.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Ringvorlesung "Einführung in aktuelle Aspekte wissenschaftlicher Forschung" (Vorlesung, 2 SWS)

Kienberger R (Höffer von Loewenfeld P)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Theoretische Physik 4 | Theoretical Physics 4

Modulbeschreibung

PH0008: Theoretische Physik 4A (Statistische Mechanik und Thermodynamik) | Theoretical Physics 4A (Statistical Mechanics and Thermodynamics) [ThPh 4A]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2022/23

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 9	Gesamtstunden: 270	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 120

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine mündliche Prüfung von etwa 40 Minuten Dauer statt. Darin wird exemplarisch das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe durch Verständnisfragen und Beispielrechnungen überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Bestimmung des chemischen Potentials eines idealen Gases im kanonischen Ensemble
- Darstellung von Eigenschaften des Ising-Modells

Die Studierenden haben die Möglichkeit, durch erfolgreiche Teilnahme an den Übungen einen Bonus zu erwerben. Erfolgreiche Teilnahme bedeutet die aktive Teilnahme in den Übungen und mindestens 50% der Hausaufgabenpunkte. Liegt der Bonus im Vorfeld der mündlichen Prüfung vor, wird die Note einer bestandenen Modulprüfung um eine Zwischennotenstufe "0,3" aufgewertet (4,3 wird nicht auf 4,0 aufgewertet).

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

PH0005, PH0006, PH0007, MA9201, MA9202, MA9203, MA9204

Inhalt:

1) Statistische Begründung der Thermodynamik

Mikrokanonische Gesamtheit, Gleichwahrscheinlichkeitsannahme, Dichteoperator, Zustandssumme und Entropie, Wärme und Arbeit, Temperatur, Maxwell-Boltzmann-Verteilung,

Gleichverteilungssatz, Hauptsätze der Thermodynamik, reversible und irreversible Prozesse, kanonische und grosskanonische Gesamtheiten.

2) Phänomenologische Thermodynamik

Grundlagen, Wärmekraftmaschinen und Kreisprozesse, Thermodynamische Potentiale und Stabilität, Maxwell-Relationen, Kühlung von Gasen durch Expansion, Phasen und Phasenübergänge von Einstoffsystemen, Clausius-Clapeyron Gleichung, Osmose, van-der-Waals-Gleichung, Mehrkomponentige Systeme.

3) Statistische Physik spezieller Systeme im Gleichgewicht

Wechselwirkungsfreie Quantengase: Grundlagen, klassischer Limes, Molekülgas, ideales Fermigas, Entartung, ideales Bose-Gas, Bose-Einstein-Kondensation, Photonen, Thermodynamik der Strahlung, Phononen, Magnetische Phänomene, Ising-Modell, Virialentwicklung, van der Waals Gleichung.

4) Nichtgleichgewichts-Thermodynamik

Elementare Begriffe der kinetischen Theorie, Boltzmann-Gleichung, Brown'sche Bewegung, Fluktuations-Dissipations-Theorem, Teilchen- und Wärme-Diffusion, Einstein-Relation

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul ist der/die Studierende in der Lage,

- 1.) die grundlegenden Begriffe zu Temperatur und Wärme zu kennen und deren Zusammenhänge zu beherrschen,
- 2.) die Grundlagen der statistischen Mechanik sowie ihre Folgerungen für die Thermodynamik zu verstehen,
- 3.) ideale (Quanten-)Gase zu beschreiben,
- 4.) wesentliche Eigenschaften und Beschreibungsmöglichkeiten von wechselwirkenden Gasen und Flüssigkeiten sowie das Verhalten an Phasenübergängen zu kennen und
- 5.) einen Einblick in Prozesse der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik wiedergeben zu können.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung „Theoretische Physik“ werden die Inhalte im Vortrag und durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert.

Jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten bietet das „Offene Tutorium“ die Gelegenheit zum Selbst- und Gruppenrechnen im Großgruppenformat. Betreut durch mehrere Tutoren werden gemeinsam jene Aspekte des Stoffes wiederholt, die zum Lösen von konkreten Aufgaben gebraucht werden; Lösungsideen, -wege und -strategien werden vorgestellt und gemeinsam erprobt. In Gruppengesprächen können spezifische Prüfungssituationen bei mündlichen Prüfungen geübt werden.

In den Übungen lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an

der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor. Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch. Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Wintersemester angeboten. Studierende, die im Anschluss an das Sommersemester die Wiederholungsprüfung ablegen möchten, können zur Wiederholung zumindest von Teilen des Stoffes die Lehrveranstaltungen des ähnlichen Moduls PH0012 Theoretische Physik 4B (Thermodynamik und Elemente der Statistik) besuchen.

Medienform:

Tafelanschrieb bzw. Präsentation

Begleitende Informationen im Internet

Literatur:

- M. Kardar, Statistical Physics of Particles, Cambridge University Press
- F. Reif, Fundamentals of statistical and thermal physics, Mc Graw-Hill
- T. Fließbach, Statistische Physik, Spektrum, Akad. Verlag
- W. Nolting, Band 6: Statistische Physik
- F. Schwabl, Statistische Mechanik
- Landau, Lifshitz, Pitajewski, Band 5: Statistische Physik, Teil 1

Modulverantwortliche(r):

Egger, David; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Theoretische Physik 4A (Statistische Mechanik und Thermodynamik) (Vorlesung, 4 SWS)

Egger D

Übung zu Theoretische Physik 4A (Statistische Mechanik und Thermodynamik) (Übung, 2 SWS)

Egger D [L], Grumet M

Offenes Tutorium zu Theoretische Physik 4A (Statistische Mechanik und Thermodynamik) (Übung, 2 SWS)

Egger D [L], Schwade M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0031: Fachspezifische Schlüsselqualifikationen der Physik | Subject-Specific Key Qualifications in Physics

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2018/19

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Zweisemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 10	Gesamtstunden: 300	Eigenstudiums- stunden: 180	Präsenzstunden: 120

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul „Fachspezifische Schlüsselqualifikationen der Physik (FSQ)“ wird als Studienleistung erbracht (10 Credits). Das Modul enthält insbesondere die katalogisierten korrespondierenden Lehrveranstaltungen Fortgeschrittenenpraktikum (FOPRA) und Proseminar. Die Studienleistung ist bestanden, wenn sowohl die Laborleistung im Rahmen des FOPRA als auch die Präsentation im Rahmen des Proseminars erfolgreich absolviert wurden.

Hierzu müssen im Rahmen des Bachelorstudiengangs kumulativ sechs Einzelversuche des FOPRA erfolgreich durchgeführt werden, wobei die Studierenden angehalten sind, vier Versuche aus ihrem Studienschwerpunkt zu wählen. Die Bewertung der einzelnen Laborleistung (bestanden/nicht bestanden) erfolgt durch den jeweiligen Betreuer, wobei das Erreichen der angestrebten Lernergebnisse im Fokus der Bewertung liegt. Der gesamte Workload der 6 FOPRA-Versuche beträgt 180 Stunden und somit 60% des Moduls FSQ. Dies entspricht einem Workload von 30 Stunden pro Versuch. Pro Versuch sind etwa 8 Stunden Präsenz für die Durchführung und etwa 7 Stunden Präsenz für Vor und Nachbesprechung bzw. Diskussion mit dem Betreuer anzusetzen. Etwa 15 Stunden entfallen pro Versuch auf die Vorbereitung inklusive Literaturrecherche sowie die Ausarbeitung. In Summe sind für das FOPRA also 90 Präsenzstunden und 90 Stunden Eigenstudium anzusetzen.

Die Bewertung des Proseminars bzw. der in dessen Rahmen durchzuführenden etwa 30-minütigen Präsentation (bestanden/nicht bestanden) erfolgt entweder im Anschluss an die Präsentation und Diskussion oder nach Abschluss des Seminars durch den Dozenten, wiederum unter besonderer Berücksichtigung der angestrebten Lernergebnisse. Der Workload des Proseminars beträgt 120 Stunden, bei 30 Stunden Präsenz (entsprechend 2SWS) und 90 Stunden Eigenstudium. In Summe beträgt die Präsenzzeit im Modul FSQ somit 120 Stunden. 180 Stunden fallen im Rahmen des Eigenstudiums an.

Die Studierenden erhalten die dem Modul zugeordneten 10 Credits erst nach dem erfolgreichen Abschluss des gesamten Moduls, das sich in der Regel über zwei Semester dehnt.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Experimentalphysik 1-4, Anfängerpraktikum 1-3

Inhalt:

In den beiden Lehrveranstaltungen Fortgeschrittenenpraktikum (FOPRA) und Proseminar des Moduls wird der wissenschaftliche Alltag von Physikerinnen und Physikern abgebildet, wobei etwa 60% der Arbeitsbelastung dieses Moduls auf die Laborleistung FORA entfallen und etwa 40% auf das Proseminar. Die Studierenden durchlaufen die wesentlichen Phasen der physikalischen Forschung von der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten über die Auswertung und Präsentation der gewonnenen Daten bis zur Diskussion der eigenen Ergebnisse im Kontext aktueller Veröffentlichungen.

Im FOPRA führen die Studierenden in Teams aus i.d.R. drei Studierenden sechs Versuche aus dem Katalog des Fortgeschrittenenpraktikums gemeinsam durch. Jeder dieser anspruchsvollen Versuche umfasst dabei insbesondere die Vorbereitung mit Hilfe der Versuchsanleitung ergänzt durch Literaturrecherche mit einführender Besprechung mit dem Versuchsbetreuer, die Durchführung des Versuchs mit Anfertigung eines Protokolls, die Anfertigung einer schriftlichen Ausarbeitung der Versuchsergebnisse und eine Abschlussdiskussion der Ergebnisse mit dem Versuchsbetreuer.

Integriert in das Modul „Fachspezifische Schlüsselqualifikationen der Physik“ stellt die dezentrale Struktur der Lehrveranstaltung Fortgeschrittenenpraktikum ein Alleinstellungsmerkmal des Physikstudiums am Campus Garching dar und bietet ganz im Sinne enger Verzahnung von Forschung und Lehre einen repräsentativen Einblick in die aktuellen Forschungsaktivitäten der Garchinger Physik. Die etwa 50 Versuche des Fortgeschrittenenpraktikums sind thematisch in die Arbeitsgruppen des Physik-Departments und der assoziierten Max-Planck-Institute integriert und werden dort auch durchgeführt. Für die Studierenden bietet sich die Gelegenheit, diverse Forschungsgebiete aktiv an vorderster Front kennen zu lernen und wichtige Informationen hinsichtlich der weitergehenden Spezialisierung im Studium oder der Wahl der Abschlussarbeit zu gewinnen. Jeder Versuch ist dabei einem oder mehreren Studienschwerpunkten (KTA, KM, BIO, AEP) zugeordnet.

Mit dem FOPRA soll im fünften Semester begonnen werden, während das Seminar in der Regel im sechsten Semester absolviert wird. Entsprechend der dezentralen Struktur des FOPRAS erfolgt die Terminvereinbarung der einzelnen Versuche durch die Studierenden selbst, so dass sich innerhalb des semesterübergreifenden Rahmens des Moduls FSQ eine flexible und den individuellen Bedürfnissen angepasste Komponente der Studiengestaltung eröffnet. Explizit bedeutet dies, dass die Studierenden selbst entscheiden können, wie viele Versuche pro Semester und wann genau sie diese absolvieren, was insbesondere der vielfach notwendigen Kompensation zeitintensiver Anforderungsphasen im Rahmen der wissenschaftlichen Abschlussarbeiten dienlich ist. Grundsätzlich sind die Studierenden in den einzelnen Studienschwerpunkten aber angehalten, die Versuche derart zu absolvieren, dass pro Semester ein Gesamtarbeitsaufwand von 900 Stunden erzielt wird. Für die Studienschwerpunkte KTA und KM resultiert dies in der Empfehlung,

vier Versuche im fünften und zwei Versuche im sechsten Semester zu absolvieren. Für BIO und AEP werden fünf Versuche im fünften und ein Versuch im sechsten Semester empfohlen. Begleitend präsentieren und diskutieren die Studierenden im sechsten Semester ihre Ergebnisse in Proseminaren, die ebenfalls in einem reichhaltigen Katalog zu den unterschiedlichen Themen der einzelnen Schwerpunkte angeboten werden. Die etwa 30-minütige Präsentation und anschließende Diskussion erfolgen im Kreise der Teilnehmer und der betreuenden Fachwissenschaftler des jeweiligen Seminars im Kontext der aktuellen Forschung, basierend auf Recherchen in korrespondierenden wissenschaftlichen Veröffentlichungen. Das Proseminar sollte die Bachelor's Thesis thematisch begleiten, und es wird empfohlen, die Auswahl des Seminars ...

vollständige Beschreibung siehe <https://www.ph.tum.de/mh?mid=PH0031>

Lernergebnisse:

Nach Bestehen des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- sich weitgehend selbständig auf das Thema eines physikalischen Experiments vorzubereiten,
- unter Anleitung einen komplexen Versuchsaufbau zu bedienen und ein physikalisches Experiment durchzuführen,
- alle wichtigen experimentellen Daten während des Versuchs zu dokumentieren,
- die gewonnenen Daten auszuwerten und einen wissenschaftlichen Bericht zu verfassen,
- die grundlegenden Methoden der wissenschaftlichen Literaturrecherche anzuwenden und
- ein spezielles Thema, ausgehend von den Ergebnissen und Erfahrungen der eigenen Experimente, im allgemeinen Kontext der korrespondierenden aktuellen Fachliteratur und Veröffentlichungen aufzubereiten und in einem wissenschaftlichen Vortrag darzustellen.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Studierenden führen sechs Versuche aus dem Katalog des Fortgeschrittenenpraktikums in Teams aus i.d.R. drei Studierenden gemeinsam durch. Jeder Versuch umfasst dabei insbesondere

- die Vorbereitung des Versuchs mit Hilfe der Versuchsanleitung ergänzt durch Literaturrecherche mit einführender Besprechung mit der/m Versuchsbetreuer(in),
- die Durchführung des Versuchs mit Anfertigung eines Protokolls,
- die Anfertigung einer schriftlichen Ausarbeitung der Versuchsergebnisse und
- eine Abschlusss Diskussion der Ergebnisse mit der/m Versuchsbetreuer(in).

Begleitend präsentieren die Studierenden in Seminaren mit unterschiedlichen Schwerpunkten sich gegenseitig und Fachwissenschaftler(inne)n die eigenen Ergebnisse und diskutieren diese im Kontext der aktuellen Forschung auf der Basis von Recherchen in korrespondierenden wissenschaftlichen Veröffentlichungen.

Medienform:

Laborarbeit, Literaturrecherche, Präsentationen

Literatur:

- Praktikumsanleitungen
- versuchsspezifische, weiterführende Literatur

- wissenschaftliche Veröffentlichungen

Modulverantwortliche(r):

Kienberger, Reinhard; Prof. Dr. techn.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Katalog zu den fachspezifischen Schlüsselqualifikationen der Physik | Catalog for Subject-Specific Key Qualifications in Physics

Modulbeschreibung

PH0030: Fortgeschrittenenpraktikum für Bachelorstudierende | Advanced Lab Course for B.Sc. Students [FOPRA]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Zweisemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 6	Gesamtstunden: 180	Eigenstudiums- stunden: 178	Präsenzstunden: 2

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es müssen insgesamt sechs Credits aus dem Katalog der Fortgeschrittenenpraktikumsversuche erbracht werden. Für jeden einzelnen Versuch wird ein Credit verbucht (bei einigen Versuchen werden zwei Credits verbucht).

Ein einzelner Versuch ist erfolgreich abgeschlossen, wenn folgende Teile dazu abgelegt sind.

- einführende Besprechung mit dem Versuchsbetreuer, Nachweis der Vorbereitung auf den Versuch
- Durchführung des Versuchs und Anfertigung eines Protokolls
- Anfertigung einer schriftlichen Ausarbeitung
- mündliche Abschlussdiskussion

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

PH0001, PH0002, PH0003, PH0004

Inhalt:

Es werden fortgeschrittene Versuche zu verschiedenen Themen der Experimentalphysik durchgeführt, die im Zusammenhang mit der aktuellen Forschung an den Instituten des Physikdepartments stehen. Die Teilnehmer sind bei der thematischen Auswahl Ihrer Versuche an keine Vorgaben gebunden.

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul ist der Studierende in der Lage:

- sich weitgehend selbständig auf das Thema eines wissenschaftlichen Experiments vorzubereiten
- unter Anleitung einen komplexen Versuchsaufbau zu bedienen und ein wissenschaftliches Experiment durchzuführen
- alle wichtigen experimentellen Daten während des Versuchs zu dokumentieren
- die gewonnenen Daten auszuwerten und einen wissenschaftlichen Bericht zu verfassen

Lehr- und Lernmethoden:

Das Praktikum wird in Kleingruppen von maximal 3 Personen durchgeführt. Die Gruppen arbeiten weitestgehend selbständig. Ein Betreuer steht bei Fragen und Problemen als Ansprechpartner zur Verfügung.

Medienform:

Praktikumsversuche

manuelle und rechnergestützte Messwerterfassung

Literatur:

Versuchsanleitungen und darin genannte weiterführende Literatur

Modulverantwortliche(r):

Sharp, Ian; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

FOPRA-Versuch 23: Ferromagnetische Resonanz (FMR) (AEP, KM, QST-EX) (Praktikum, 1 SWS)
Back C [L], Korniienko A, Pietanesi L

FOPRA-Versuch 101: Lithium-Ionen-Batterien (AEP, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Bandarenka A [L], Götz R

FOPRA-Versuch 22: Laserinduzierte Stromtransientenmethode (AEP, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Bandarenka A [L], Gubanova E, Sadraoui K

FOPRA-Versuch 30: Elektrokatalyse (alkalische Wasserelektrolyse) (AEP, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Bandarenka A [L], Schneider P

FOPRA-Versuch 89: Grundlegende Methoden der Oberflächenphysik (Praktikum, 1 SWS)
Barth J [L], Cao N, Zhao W

FOPRA-Versuch 83: Rastertunnelmikroskopie & Abbildung von Molekülen (Praktikum, 1 SWS)
Barth J [L], Meier D, Papageorgiou A

FOPRA-Versuch 35: Elektronenspektroskopie an Oberflächen (AEP, BIO, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Barth J [L], Piquero-Zulaica I, Rostami M

FOPRA-Versuch 72: Laser-Fallen-Mikroskopie (Bakterienflagellen) (BIO) (Praktikum, 1 SWS)
Bausch A [L], Bodescu M, Vannier D

FOPRA-Versuch 07: Molekulare Motoren (BIO) (Praktikum, 1 SWS)
Bausch A [L], Heiler A, Kurzbach S

FOPRA-Versuch 15: Quanteninformation in Stickstoff-Fehlstellen-Zentren in Diamant (AEP, KM, QST-EX) (Praktikum, 1 SWS)
Brandt M [L], Todenhagen L, Vogl D

FOPRA-Versuch 26: Siliziumbasierte Fotodetektoren in der Teilchenphysik (AEP, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Caldwell A [L], Tittel O

FOPRA-Versuch 103: Design und Strukturvorhersage von DNA-Origami (AEP, BIO, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Dietz H [L], Honemann M, Khoshouei Esfahani S

FOPRA-Versuch 73: DNS-Origami (BIO) (Praktikum, 1 SWS)
Dietz H [L], Kohler F, Kozina V

FOPRA-Versuch 77: Detektorphysik (Simulation und Experiment) (AEP, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Fabbietti L [L], Jenegger T

FOPRA-Versuch 21: Lebensdauer-Messung (AEP, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Fabbietti L [L], Klemenz T

FOPRA-Versuch 102: Femtoskopie – Analyse von LHC-Daten (KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Fabbietti L [L], Mihaylov D

FOPRA-Versuch 63: Gammaspektroskopie (KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Fabbietti L [L], Ponnath L

FOPRA-Versuch 75: Teilchenphysik am Computer (KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Fabbietti L [L], Serksnyte L

FOPRA-Versuch 108: Qubit-Kontrolle und Charakterisierung für supraleitende Quantenprozessoren (AEP, KM, QST-EX) (Praktikum, 1 SWS)
Filipp S [L], Tsitsilin I, Wallner F

FOPRA-Versuch 14: Optische Absorption (AEP, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Finley J [L], Bopp F

FOPRA-Versuch 45: Optische Eigenschaften von Halbleiter-Quantenfilmen (AEP, KM, QST-EX)
(Praktikum, 1 SWS)

Finley J [L], Busse D, Moser P, Rieger M

FOPRA-Versuch 01: Ballistischer Transport (Flippern mit Elektronen) (AEP, KM, QST-EX)
(Praktikum, 1 SWS)

Finley J [L], Schreitmüller T

FOPRA-Versuch 24: Feldeffekt-Transistor (MOSFET) (AEP, KM, QST-EX) (Praktikum, 1 SWS)
Finley J [L], Strothauer S

FOPRA-Versuch 16: Josephson-Effekte in Supraleitern (AEP, KM, QST-EX) (Praktikum, 1 SWS)
Gross R [L], Honasoge K, Kronowetter F, Nojiri Y

FOPRA-Versuch 107: Nicht-klassische Physik mit verschränkten Photonen (AEP, KM, QST-EX)
(Praktikum, 1 SWS)

Holleitner A [L], - M, Sigl L

FOPRA-Versuch 37: Symmetrien in exfoliierten 2D-Quantenmaterialien (AEP, KM, QST-EX)
(Praktikum, 1 SWS)

Holleitner A [L], Nisi K

FOPRA-Versuch 60: Positronen-Lebensdauerermessung in Festkörpern (AEP, KM, KTA) (Praktikum,
1 SWS)

Hugenschmidt C [L], Burwitz V

FOPRA-Versuch 86: Messung der Fermienergie durch die Winkelkorrelation von Gamma-
Strahlung aus der Annihilation von Elektron-Positron-Paaren (AEP, KM, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Hugenschmidt C [L], Mathes L

FOPRA-Versuch 13: Laser und nichtlineare Optik (AEP, BIO, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Iglev H [L], Pittrich J, Schröder C

FOPRA-Versuch 09: Kapazitive Eigenschaften der Gold-Elektrolyt-Grenzfläche (AEP, BIO, KM)
(Praktikum, 1 SWS)

Krischer K [L], Duportal M

FOPRA-Versuch 31: Kooperatives Verhalten in Netzwerken von mechanischen Oszillatoren (AEP,
BIO, KM, KTA) (Praktikum, 1 SWS)

Krischer K [L], Wiehl J

FOPRA-Versuch 109: Verstehen und Charakterisieren eines Silizium-Driftdetektors für
Anwendungen in der Astroteilchenphysik (KTA) (Praktikum, 1 SWS)

Mertens S [L], Edzards F, Siegmann D, Urban K

FOPRA-Versuch 27: Messung der Neutrinomasse mit KATRIN (AEP, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Mertens S [L], Köhler C

FOPRA-Versuch 42: Rasterkraftmikroskopie (AEP, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Müller-Buschbaum P [L], Apfelbeck F

FOPRA-Versuch 61: Neutronenstreuung am FRM II (AEP, BIO, KM, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Müller-Buschbaum P [L], Georgii R

FOPRA-Versuch 53: Charakterisierung von Polymeren mittels Dynamischer Differenzkalorimetrie (AEP, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Papadakis C [L], Alvarez Herrera P

FOPRA-Versuch 79: Röntgencomputertomographie (AEP, BIO, KM, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Pfeiffer F [L], Häusele J

Elektronikpraktikum (Digitalteil) (Praktikum, 4 SWS)
Pfleiderer C (Sebold S)

Elektronikpraktikum (Analogteil) (AEP, BIO, KM, KTA) (Praktikum, 4 SWS)
Pfleiderer C [L], Sebold S

FOPRA-Versuch 05: Dopplerfreie Sättigungsspektroskopie (AEP, KM, QST-EX) (Praktikum, 1 SWS)
Rempe G [L], Phrompao J

FOPRA-Versuch 02: Messung der Radonkonzentration in Raumluft (AEP, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Schönert S [L], Comellato T

FOPRA-Versuch 56: Kosmische Boten: Messung kosmischer Strahlung mit Silizium-Photomultipliern (AEP, KM, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Schönert S [L], Vogl C

Vorbesprechung zum Fortgeschrittenen-Praktikum (F-Praktikum) (Orientierungsveranstaltung, 1 SWS)
Schönert S, Sharp I

FOPRA-Versuch 28: Halbleiter-Photoelektrochemie (AEP, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Sharp I [L], Kuhl M, Kunzelmann V

FOPRA-Versuch 50: Photovoltaik (AEP, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Sharp I [L], Kuhl M, Wagner L, Wörle S

FOPRA-Versuch 08: Hochauflösende Röntgenbeugung (AEP, BIO, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Sharp I [L], Sirotti E, Wagner L

FOPRA-Versuch 18: DNA-Spaltung und Gen-Repression mit CRISPR/Cas (BIO) (Praktikum, 1 SWS)
Simmel F [L], Givélet L, Wang T

FOPRA-Versuch 20: Klonierung und Genexpression (BIO) (Praktikum, 1 SWS)
Simmel F [L], Hellmer H, von Schönberg-Roth-Schönberg S

FOPRA-Versuch 100: Konstruktion und Inbetriebnahme eines Mikrofluidik-Chips (BIO) (Praktikum, 1 SWS)
Simmel F [L], Jäkel A, Karfusehr C

FOPRA-Versuch 110: Super-Auflösende Bildgebung von DNA-Nanostrukturen (BIO) (Praktikum, 1 SWS)
Simmel F [L], Loke R, Vogt M

FOPRA-Versuch 48: Untersuchung von selbstassemblierten DNA-Nanostrukturen im Rasterkraftmikroskop (BIO, KM) (Praktikum, 1 SWS)
Simmel F [L], Rothfischer F, Vogt M

FOPRA-Versuch 12: Einführung in die Rasterelektronenmikroskopie (AEP, KM, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Stroth U [L], Balden M, Castillo Castillo A, Dörsch G, Kärcher A

FOPRA-Versuch 88: Lineare und nichtlineare Wellen in einem Doppelplasma-Experiment (AEP, KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Stroth U [L], Dörsch G, Zito A

FOPRA-Versuch 111: Plasmaspektroskopie (KTA, AEP) (Praktikum, 1 SWS)
Stroth U [L], Gleiter T, Kalis J, Zimmermann B

FOPRA-Versuch 85: Relative Altersbestimmung von Sternhaufen mit Hilfe von Farben-Helligkeits-Diagrammen (KTA) (Praktikum, 1 SWS)
Suyu S [L], Andika I, Bartosch Caminha G

FOPRA-Versuch 74: Molekulardynamik (AEP, BIO) (Praktikum, 1 SWS)
Zacharias M [L], Chen S, Zschau R
Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Fortgeschrittene Experimentalphysik | Advanced Experimental Physics

Kern-, Teilchen- und Astrophysik | Nuclear, Particle, and Astrophysics

Modulbeschreibung

PH0014: Kern-, Teilchen- und Astrophysik 1 | Nuclear, Particle, and Astrophysics 1

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2022/23

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 90

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Fabbietti, Laura; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Kern-, Teilchen- und Astrophysik 1 (Übung, 2 SWS)

Fabbietti L [L], Chizzali E, Horst M, Königstorfer S, Lesch M, Mantovani Sarti V, Mihaylov D, Riedel A, Serksnyte L

Kern-, Teilchen- und Astrophysik 1 (Vorlesung, 4 SWS)

Fabbietti L, Zanderighi G

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0016: Einführung in die Kern-, Teilchen- und Astrophysik | Introduction to Nuclear, Particle, and Astrophysics

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2022/23

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine schriftliche Klausur von 90 Minuten Dauer statt. Darin wird exemplarisch das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe durch Rechenaufgaben und Verständnisfragen überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Altersbestimmung mit der 14-C-Methode
- Auswahlregeln bei elektrodynamischen Übergängen in Kernen
- Kernfusion in der Sonne
- Vierervektoren und lorentz-invariante Größen
- Tiefinelastische Neutrino-Streuung
- Anzahl und Farben in der QCD
- Dunkle Materie und die Rotationskurven von Galaxien

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Auf die Note einer bestandenen Modulprüfung in der Prüfungsperiode direkt im Anschluss an die Vorlesung (nicht auf die Wiederholungsprüfung) wird ein Bonus (eine Zwischennotenstufe "0,3" besser) gewährt (4,3 wird nicht auf 4,0 aufgewertet), wenn die/der Studierende die Mid-Term-Leistung bestanden hat, diese besteht aus

- 60% der Punkte aus den Übungsaufgaben
- einmal Vorrechnen in den Übungsgruppen

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

PH0001, PH0002, PH0003, PH0004, PH0005, PH0006, PH0007

Inhalt:

Inhalt des Moduls ist die konzeptionelle Vermittlung der Kern- und Teilchenphysik. Dabei werden den Studierenden die physikalischen Grundkonzepte in Theorie und Experiment vermittelt, wobei der Schwerpunkt auf den experimentellen Ergebnissen und Methoden ruht.

Experimentelle Grundlagen

- Prinzipien der Teilchenbeschleuniger
- Nachweismethoden in der Kern- und Teilchenphysik

Theoretische Konzepte

- Symmetrien
- Streuung und Wirkungsquerschnitte
- Klein-Gordon- und Dirac-Gleichung
- Feynman Diagramme

Elektromagnetische Wechselwirkungen

- Elektronstreuung und Formfaktoren
- Quasielastische, inelastische und tiefinelastische Streuung und Strukturfunktionen
- Das Partonmodell

Die starke Wechselwirkung

- Quarks: Farbe und Flavour
- Aufbau und Eigenschaften der Hadronen
- Quarks und Gluonen in Hochenergiereaktionen
- Experimentelle Tests der QCD

Die Schwache Wechselwirkung

- Schwache Zerfälle und Paritätsverletzung
- Experimenteller Nachweis von W- und Z-Bosonen
- Standardmodell und Higgs-Mechanismus
- Yukawa-Kopplungen und die CKM-Matrix

Kernphysik

- Radioaktivität
- Kernphysikalische Modelle
- Kernreaktionen
- Physik dichter Kernmaterie
- Anwendungen der Kernphysik

Astrophysik

- Kernfusion und Sternentwicklung
- Elemententstehung und Grundlagen der nuklearen Astrophysik
- Grundlagen der Kosmologie

Lernergebnisse:

Der/die Studierende wird einen Gesamtüberblick über das Fachgebiet erhalten und somit allen wissenschaftlichen Kolloquien auf diesem Gebiet folgen können. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzt der/die Studierende die Voraussetzungen um an weiterführenden oder spezialisierenden Modulveranstaltungen dieses Fachgebiets teilzunehmen.

Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul ist der/die Studierende in der Lage:

1. die grundlegende Funktionsweise von Beschleunigeranlagen sowie die in Experimenten zum Einsatz kommenden Detektorsysteme zu verstehen.
2. mit den in der Kern- und Teilchenphysik allgemein zu Grunde liegenden theoretischen Konzepten umzugehen.
3. die drei für die Teilchenphysik wichtigen, fundamentalen Wechselwirkungen zu kennen, und zwar in Bezug auf die phänomenologischen Auswirkungen, sowie die zugehörigen Standardexperimente und die dahinterstehenden theoretischen Modelle wiederzugeben.
4. die wichtigsten Phänomene und Anwendungen der Kernphysik zu kennen sowie Modellvorstellungen der Kernphysik wiederzugeben.
5. die Bedeutung der Kern- und Teilchenphysik für die Astrophysik zu verstehen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der thematisch strukturierten Vorlesung werden die Lehrinhalte im Vortrag präsentiert und durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert. Stetige Querverweise auf die bereits früher vermittelten Grundlagen lassen die universellen Konzepte der Physik mehr und mehr erkennbar werden.

In den Übungen lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor. Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch.

Medienform:

Tafelanschrieb bzw. Präsentation

Powerpoint

Offline Videostreaming der Vorlesung (MP4)

Begleitende Informationen im Internet

Literatur:

- Povh, Zetsche, Scholz, Rith: Teilchen und Kerne: Eine Einführung in die physikalischen Konzepte, Springer Verlag
- Mayer-Kuckuk: Kernphysik: Eine Einführung, Teubner
- D. Perkins: Hochenergiephysik
- F. Halzen und A.D. Martin: Quarks and Leptons

Modulverantwortliche(r):

Oberauer, Lothar; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Einführung in die Kern-, Teilchen- und Astrophysik (Vorlesung, 2 SWS)

Schönert S

Übung zu Einführung in die Kern-, Teilchen- und Astrophysik (Übung, 2 SWS)

Schönert S [L], Strauß R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH8016: Einführung in die Kern-, Teilchen- und Astrophysik (in englischer Sprache) | Introduction to Nuclear, Particle, and Astrophysics (in English)

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau:	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Friedrich, Jan; PD Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Einführung in die Kern-, Teilchen- und Astrophysik (in englischer Sprache) (Vorlesung, 2 SWS)

Oberauer L

Übung zu Einführung in die Kern-, Teilchen- und Astrophysik (in englischer Sprache) (Übung, 2 SWS)

Oberauer L [L]

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Physik der kondensierten Materie | Condensed Matter Physics

Modulbeschreibung

PH0017: Physik der kondensierten Materie 1 | Condensed Matter Physics 1

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2022/23

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 90

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine schriftliche Klausur von 90 Minuten Dauer statt. Darin wird exemplarisch das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe durch Rechenaufgaben und Verständnisfragen überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Angabe der primitiven Gittervektoren, der konventionellen kubischen Zelle, die Zahl der Atome in der konventionellen Zelle und der Koordinationszahl für das Diamant-Gitter.
- Angabe des Bravais-Gitters, der primitiven Gittervektoren und der Rotationssymmetrie einer Beispiel-Kristallstruktur
- Berechnung des c/a Verhältnisses für eine hexagonal dichtgepackte (hcp) Kristallstruktur
- Berechnung der Packungsdichte der sc, bcc, fcc und hcp-Struktur
- Berechnung des Strukturfaktor z.B. von Diamant, CsCl oder CsI
- Berechnung der Anzahl erzeugter Phononen mit einer kurzen Ultraschallpuls und der erzeugten Temperaturerhöhung nach Thermalisierung
- Berechnung des Gleichgewichtsabstands und der Schwingungsfrequenz eines zweiatomigen Moleküls bei vorgegebener Potenzialkurve
- Berechnung der Dispersionsrelation der Gitterschwingungen einer einatomigen Kette aus gleichen Atomen und einer zweiatomigen Kette aus unterschiedlichen Atomen
- Diskussion der Unterschied von Laue-, Debye-Scherrer- und Drehkristallmethode bei der Röntgenbeugung
- Berechnung der Millerschen Indizes für vorgegebene Gitterebenen eines z.B. kubischen Gitters
- Berechnung des Volumens der 1. Brillouin-Zone und der reziproken Gittervektoren für ein vorgegebens Kristallgitter.
- Berechnung der spezifischen Wärme des Kristallgitters im Grenzfall hoher und tiefer Temperaturen

- Berechnung der Zustandsdichte eines 1D, 2D und 3D freien Elektronengases
 - Berechnung der dielektrischen und optischen Eigenschaften von Isolatoren und Metallen
- Während der Prüfung sind folgende Hilfsmittel zugelassen: doppelseitig handgeschriebenes Formelblatt

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Auf die Note einer bestandenen Modulprüfung in der Prüfungsperiode direkt im Anschluss an die Vorlesung (nicht auf die Wiederholungsprüfung) wird ein Bonus (eine Zwischennotenstufe "0,3" besser) gewährt (4,3 wird nicht auf 4,0 aufgewertet), wenn die/der Studierende die Mid-Term-Leistung bestanden hat, diese besteht aus sinnvolles Bearbeiten von 70% der Übungsaufgaben und zweimaliges Vorrechnen im Tutorium

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

In der Vorlesung wird Bezug genommen auf Kenntnisse aus der Experimentalphysik, dem Elektromagnetismus, der Elektrodynamik, der Thermodynamik und Quantenmechanik.

Inhalt:

Bindungstypen und -kräfte

- van-der-Waals-Bindung, ionische Bindung
- kovalente Bindung und metallische Bindung
- Wasserstoffbrückenbindung

Kristallstruktur und Strukturbestimmung

- periodische Strukturen - Grundbegriffe und Definitionen
- Beispiele für Kristallstrukturen
- Kristalldefekte und nichtkristalline Festkörper
- reziprokes Gitter und Beugungsmethoden

Elastische Eigenschaften

- Kontinuumsmechanik
- Elastizitätsmodul
- elastische Wellen

Gitterdynamik

- klassische Theorie der Gitterdynamik
- Zustandsdichte im Phononenspektrum
- Quantisierung der Gitterschwingungen

Thermische Eigenschaften

- spezifische Wärme
- anharmonische Effekte und thermische Ausdehnung
- Wärmeleitfähigkeit

Elektronen im Festkörper

- Modell des freien Elektronengases

- Bloch-Elektronen und Energiebänder
 - Klassifizierung von Metallen, Halbmetallen, Halbleiter, Isolatoren
 - Konzept der Fermiflächen
- Dynamik von Kristallelektronen
- semiklassisches Modell
 - Streuprozesse
 - Boltzmann-Transportgleichung und Transportkoeffizienten
- Dielektrische & optische Eigenschaften
- dielektrische Funktion, lokales Feld, Clausius Mossotti-Beziehung
 - elektrische Polarisierung von Isolatoren
 - optische Eigenschaften freier Ladungsträger

Lernergebnisse:

Nach Abschluss des Moduls ist der Student/die Studentin in der Lage:

- grundlegende Konzepte aus der Physik der kondensierten Materie selbst anzuwenden, um physikalische Eigenschaften, die an kondensierter Materie beobachtet werden, mit der kristallinen Struktur in Verbindung zu bringen und zu erklären. Diese betreffen insbesondere die mechanischen Eigenschaften, die Gitterdynamik, die spezifische Wärme, Wärmeleitungseigenschaften, und Grundzüge des Transports von Elektronen durch Festkörper;
- wichtige Erkenntnisgewinne im Verständnis der Physik der kondensierten Materie mit Beiträgen relevanter Wissenschaftler und Persönlichkeiten in Verbindung zu setzen;
- experimentelle Methoden zu folgenden Teilbereichen der Physik der kondensierten Materie zu beschreiben: mechanische Eigenschaften, Gitterdynamik, spezifische Wärme, Wärmeleitungseigenschaften und Grundzüge des Transports von Elektronen durch Festkörper;
- physikalische Eigenschaften auf der Basis klassischer und quantenmechanischer Modelle sowie unter Zuhilfenahme der Thermodynamik quantitativ zu erklären;
- die gewonnenen Erkenntnisse auf Erfahrungen aus dem Umgang mit kondensierter Materie im Alltag, Praktikumsversuchen und Experimenten zu übertragen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der thematisch strukturierten Vorlesung werden die Lehrinhalte im Vortrag präsentiert und durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert. Stetige Querverweise auf die bereits früher vermittelten Grundlagen lassen die universellen Konzepte der Physik mehr und mehr erkennbar werden.

In den Übungen lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor.

Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch.

Medienform:

Tafelanschrieb mit Hilfe eines Tablet-Computers, Darstellung von experimentellen Aufbauten, Messdaten mit Hilfe von Folienpräsentation, Handouts wichtiger Folien für Handnotizen des Studenten/der Studentin. Den Hörern wird eine pdf-Version des Inhalts ("Tafelanschrieb" mit Folien) der jeweiligen Vorlesung nach deren Abhaltung zum "download" zur Verfügung gestellt; Aufgabenzettel zum eigenständigen Bearbeiten von Problemstellungen aus der Physik der kondensierten Materie werden wöchentlich zum download zu Verfügung gestellt.

Literatur:

S. Hunklinger, „Festkörperphysik“, De Gruyter.
N.W. Ashcroft, N.D Mermin, "Solid State Physics", Holt-Saunders International Editions.
M.T.Dove, "Structure and Dynamics", Oxford Master Series in Condensed Matter Physics.
J. Singleton, "Band Theory and Electronic Properties of Solids", Oxford Master Series in Condensed Matter Physics.
H.M.Rosenberg, "The Solid State", Oxford Science Publications.
Bergmann-Schäfer, Band 6: „Festkörper“, De Gruyter.
C. Kittel, "Introduction to Solid State Physics", Wiley.
P.M.Chaikin, T.C. Lubensky, "Principles of Condensed Matter Physics", Cambridge University Press.
J.M.Ziman, "Prinzipien der Festkörpertheorie", Verlag Harry Deutsch.
R. Gross, A. Marx, "Festkörperphysik", De Gruyter.
H. Ibach, H. Lüth, "Festkörperphysik: Einführung in die Grundlagen", Springer.
P. Herzog, K. Kopitzki, „Einführung in die Festkörperphysik“, Teubner.

Modulverantwortliche(r):

Pfleiderer, Christian; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Physik der kondensierten Materie 1 (Vorlesung, 4 SWS)
Pfleiderer C

Übung zu Physik der kondensierten Materie 1 (Übung, 2 SWS)

Pfleiderer C [L], Deyerling A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0019: Einführung in die Physik der kondensierten Materie | Introduction to Condensed Matter Physics

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2022/23

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Mühlbauer, Sebastian; Dr. rer. nat. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Einführung in die Physik der kondensierten Materie (Vorlesung, 2 SWS)

Mühlbauer S

Offene Fragestunde zu Einführung in die Physik der kondensierten Materie (Repetitorium, 2 SWS)

Mühlbauer S [L], Brems X

Übung zu Einführung in die Physik der kondensierten Materie (Übung, 2 SWS)

Mühlbauer S [L], Brems X, Dembski-Villalta M, Jochum J, Korniienko A, Pietanesi L

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH8019: Einführung in die Physik der kondensierten Materie (in englischer Sprache) | Introduction to Condensed Matter Physics (in English)

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau:	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine schriftliche Klausur von 90 Minuten Dauer statt. Darin wird exemplarisch das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe durch Rechenaufgaben und Verständnisfragen überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Berechnen Sie Bindungsenergie eines einfachen Kristalls
- Die Kristallstruktur der Diamantstruktur ist fcc mit einer zweiatomigen Basis. Die konventionelle Zelle der Diamantstruktur enthält insgesamt 8 Atome. Bestimmen Sie den Strukturfaktor der so gewählten Basis und berechnen Sie die Millerschen Indizes, für die eine Auslöschung von Reflexen auftritt

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Auf die Note einer bestandenen Modulprüfung in der Prüfungsperiode direkt im Anschluss an die Vorlesung (nicht auf die Wiederholungsprüfung) wird ein Bonus (eine Zwischennotenstufe "0,3" besser) gewährt (4,3 wird nicht auf 4,0 aufgewertet), wenn die/der Studierende die Mid-Term-Leistung bestanden hat, diese besteht aus

- dem bestehen der freiwilligen Zwischenklausur während des Semesters
- mindestens einmal erfolgreich in den Übungen vorrechnen

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

PH0001, PH0002, PH0003, PH0004, PH0005, PH0006, PH0007

Inhalt:

Bindungstypen und -kräfte

- Periodensystem
- Kovalente und metallische Bindung
- Ionische Bindung und van der Waals Bindung
- Wasserstoffbrücken und andere supramolekulare Bindungstypen

Strukturen und Bestimmungsmethoden

- Amorphe und kristalline Strukturen - Grundbegriffe und Definitionen
- Beispiele für Kristallstrukturen im Realraum
- Reziprokes Gitter & Beugung
- Defekte

Gitterdynamik

- Klassische Theorie der Gitterdynamik
- Quantisierung der Gitterschwingungen
- Zustandsdichte im Phononenspektrum
- Elastizitätslehre im Kontinuum

Thermische Eigenschaften

- Spezifische Wärme
- Anharmonische Effekte: Thermische Ausdehnung
- Wärmeleitfähigkeit
- Thermoelektrische Effekte

Elektronen im Festkörper

- Modell des freien Elektronengases
- Bloch-Elektronen und Energiebänder
- Zustandsdichte von Metallen und Isolatoren
- Brillouin-Zonen und Fermi-Flächen

Transport von Ladungsträgern

- Semiklassisches Modell der Dynamik von Elektronen
- Bewegung von Elektronen im Kristallgitter
- Boltzmann-Transportgleichung

Halbleiter

- Intrinsische und dotierte Halbleiter
- Inhomogene Halbleiter
- Wichtige Bauelemente

Supraleitung

- Grundphänomene
- Mikroskopische Beschreibung
- Unkonventionelle Supraleiter

Magnetismus

- Dia- und Paramagnetismus
- Ferromagnetische Materialien
- Ferri- und Antiferromagnetismus

Dielektrische Eigenschaften

- Makroskopische und mikroskopische Beschreibung

- Arten der Polarisation
- Dielektrische Eigenschaften von Metallen und Halbleitern

Ausblick

- Grenzflächen, Nanostrukturen & niederdimensionale Systeme
- Organische Materialien, metallorganische Gitter & 'soft matter'

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul ist der/die Studierende in der Lage:

1. die unterschiedlichen Bindungsarten von kondensierter Materie zu kennen und konkreten Stoffen zuordnen zu können.
2. die physikalischen Grundlagen der Strukturanalyse und die zugehörigen Experimente wiederzugeben.
3. die Grundlagen der Gitterdynamik und ihre Bedeutung für Festkörpereigenschaften (insbesondere thermische Eigenschaften) zu verstehen.
4. das Verhalten von Elektronen in kristallinen Strukturen zu verstehen und auf den Transport von Ladungsträgern anzuwenden.
5. grundlegende Eigenschaften von Halbleitern, Supraleitern und magnetischen Materialien zu kennen und zu erklären.
6. die wichtigsten dielektrischen Eigenschaften von Festkörpern wiederzugeben.

Lehr- und Lernmethoden:

In der thematisch strukturierten Vorlesung werden die Lehrinhalte im Vortrag präsentiert und durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert. Stetige Querverweise auf die bereits früher vermittelten Grundlagen lassen die universellen Konzepte der Physik mehr und mehr erkennbar werden.

In den „Tutorübungen“ lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor. Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch.

Medienform:

Tafelanschrieb bzw. Präsentation

Begleitende Informationen im Internet

Literatur:

- Kittel: Introduction to Solid State Physics
- Ashcroft, Mermin: Solid State Physics

Modulverantwortliche(r):

Poot, Menno; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Einführung in die Physik der kondensierten Materie (in englischer Sprache) (Vorlesung, 2 SWS)

Poot M

Übung zu Einführung in die Physik der kondensierten Materie (in englischer Sprache) (Übung, 2 SWS)

Poot M [L], Sommer T

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Physikalisches Ergänzungsfach | Physics Supplement

Modulbeschreibung

PH0023: Einführung in die Biophysik | Introduction to Biophysics

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine schriftliche Klausur von 90 Minuten Dauer statt. Darin wird exemplarisch das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe durch Rechenaufgaben und Verständnisfragen überprüft. Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

In diesem Modul werden einige grundlegende Konzepte und Methoden der theoretischen und experimentellen Biophysik gemeinsam eingeführt.

Folgende Themen werden dabei behandelt:

- Strukturbestimmung von komplexen Molekülen
- Struktur- und Musterbildung in der Natur
- Reaktions Diffusions Prozesse
- Die Navier-Stokesgleichung und niedere Reynoldszahlen
- Molekularer Transport in der Biologie (Diffusion, molekulare Motoren)
- Physik der Elektrolyte, Poisson-Boltzmann-Gleichung, Debye-Hückel Theorie
- Nervenleitung, Nernst-Potential, Goldman-Katz-Gleichung, Huxley-Hodgkin-Gleichung
- Physik der medizinischen Bildgebung und der Lichtmikroskopie

- Grundlagen der Bildverarbeitung in der Biophysik

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage:

1. Methoden zu beschreiben, mit denen die Struktur von Biomolekülen untersucht wird.
2. Die Besonderheiten von Bewegungen bei niederen Reynoldszahlen zu beschreiben
3. Transportprozesse durch Diffusion oder molekulare Motoren zu berechnen.
4. Die Reichweiten von elektrischen Feldern in Elektrolyten zu berechnen.
5. Membranpotentiale und den Zeitverlauf von Nervenpulsen quantitativ zu beschreiben
6. Strukturbildungsprozesse in Nichtgleichgewicht durch Reaktions-/Diffusionsgleichungen zu beschreiben.
7. Abbildungsmethoden in der medizinischen Physik zu erläutern.
8. Grundlagen moderner Lichtmikroskopie und deren Anwendungen in der biophysikalischen Forschung zu erklären.
9. Moderne Methoden der Bildverarbeitung in der Biophysik zu erläutern.

Lehr- und Lernmethoden:

Bei diesem Modul handelt es sich um eines der Spezialisierungsmodule des fünften Fachsemesters. Für die zugehörigen Lehrveranstaltungen werden 2 Semesterwochenstunden Vorlesung und 2 Semesterwochenstunden Übung angesetzt.

In der thematisch strukturierten Vorlesung werden die Lehrinhalte im Vortrag präsentiert und durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert. Stetige Querverweise auf die bereits früher vermittelten Grundlagen lassen die universellen Konzepte der Physik mehr und mehr erkennbar werden.

In den Übungen lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor. Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch.

Medienform:

- Tafelanschrieb bzw. Präsentation
- Arbeitsunterricht (Übungsblätter): rechnen, Diskussionen und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff
- Begleitende Informationen im Internet

Literatur:

- Alberts et al. : Molecular Biology of the Cell
- Nelson: Biological Physics
- Lodish et al: Molecular Cell Biology
- Stryer: Biochemistry
- Jones: Soft Condensed Matter
- Israelachvili: Intermolecular & Surface Forces
- Hiemenz: Principles of colloid and surface chemistry
- Sackmann and Merkel: Lehrbuch der Biophysik
- H. Zabel: Medical Physics 1 & 2, De Gruyter, (2017)
- A. Oppelt: Imaging Systems for Medical Diagnostics, Publicis, (2006)
- W. Schlegel, J. Bille: Medizinische Physik, Bd. 2, Springer, (2002)
- J. Als-Nielsen, D. MacMorrow: Elements of Modern X-Ray Physics, Wiley, (2011)
- W. Kalender: Computertomographie: Grundlagen, Gerätetechnologie, Bildqualität, Anwendungen, Publicis, (2006)
- Rafael Gonzales, Richard Woods, "Digital Image Processing", 3rd ed.
- Bernd Jähne, "Digitale Bildverarbeitung und Bildgewinnung", 7th ed.

Modulverantwortliche(r):

Rief, Matthias; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Einführung in die Biophysik (Vorlesung, 2 SWS)

Bausch A, Gerland U, Herzen J

Übung zu Einführung in die Biophysik (Übung, 2 SWS)

Bausch A [L], Burger L, Englbrecht F, Gerland U, Herzen J, Hsu C, Huth F, Hutterer F, Ruider I

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0024: Fortgeschrittene Quantenmechanik | Advanced Quantum Mechanics [QM*]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Brambilla, Nora; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Fortgeschrittene Quantenmechanik (Vorlesung, 2 SWS)

Brambilla N

Übung zu Fortgeschrittene Quantenmechanik (Übung, 2 SWS)

Brambilla N [L], Mohapatra A, Säppi S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Vertiefung | Concentration

Modulbeschreibung

PH0020: Biophysik | Biophysics

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 90

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine mündliche Prüfung von 40 Minuten Dauer statt. Darin wird das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe exemplarisch durch Verständnisfragen und Beispielrechnungen überprüft. Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Wie lang benötigt ein Protein um durch eine Prokaryontische Zelle zu diffundieren?
- Können sie quantenmechanische Simulationsmethoden benennen? was sind deren Limitierungen und warum?
- Welche Wechselwirkungskräfte in wässrigen Salzlösungen gibt es und welche Größe haben sie?
- Wie sind Proteine aufgebaut?

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

In diesem Modul werden die grundlegenden Konzepte der theoretischen und experimentellen Biophysik gemeinsam eingeführt.

Folgende Themen werden dabei behandelt:

Bausteine von lebenden Systemen

- Zucker
- DNA
- Proteine
- Strukturbestimmung von komplexen Molekülen

Enzymkinetik

- Michaelis Menten
- Allosterische Kontrolle

Struktur- und Musterbildung in der Natur

- Reaktions Diffusions Prozesse
- Embryonalentwicklung

Neurobiophysik

- Physik der Membranen/Selbstorganisation
- Nernst-Potential, Goldman Katz, Huxley-Hodgkin-Gleichung

Bioenergetik - Photobiophysik

- Photosynthetische Primärprozesse
- Fluoreszenz- und Energietransferprozesse

Aspekte der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik

- Onsager-Relation
- Entropieproduktion

Molekulare Wechselwirkungen

- Poisson-Boltzmann-Gleichung
- Solvens-vermittelte Wechselwirkungen

Simulations- und Modellierungsmethoden

- Monte-Carlo-Methoden
- Moleküldynamik-Methoden
- Modelle der Proteinfaltung

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul ist der/die Studierende in der Lage

1. Grundbausteine der Natur zu beschreiben und deren Beziehung zueinander aufzuzeigen
2. Enzymatische Prozesse quantitativ zu verstehen
3. Struktur- und Musterprozesse zu erkennen, quantitativ zu beschreiben und aus grundlegenden Mechanismen abzuleiten
4. Membranpotentiale und Nervenpulse quantitativ zu beschreiben
5. Phytophysikalische Prozesse nachzuvollziehen und zu erklären
6. Aspekte der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik zu benennen und zu erklären
7. Molekulare Wechselwirkungen quantitativ zu beschreiben, zu identifizieren und aus physikalischen Grundprinzipien abzuleiten
8. eine Breite Palette von Simulations- und Modellierungsmethoden zu beschreiben, die Limitierungen und Möglichkeiten zu beschreiben.

Lehr- und Lernmethoden:

Bei diesem Modul handelt es sich um eines der Spezialisierungsmodule des sechsten Fachsemesters. Die zugehörigen Lehrveranstaltungen werden in der Regel "kompakt" angeboten. Das heißt, dass die für die Lehrveranstaltungen angesetzten Semesterwochenstunden (4V 2Ü) in den Wochen der ersten Semesterhälfte in komprimierter Form (8V 4Ü) dargeboten werden. Die restliche Vorlesungszeit verbleibt somit für die arbeitsintensive Endphase der Bachelor-Arbeit.

In der thematisch strukturierten Vorlesung werden die Lehrinhalte im Vortrag präsentiert und durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert. Stetige Querverweise auf die bereits früher vermittelten Grundlagen lassen die universellen Konzepte der Physik mehr und mehr erkennbar werden.

In den Übungen lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor. Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch.

Medienform:

Tafelanschrieb bzw. Präsentation

Arbeitsunterricht (Übungsblätter): rechnen, Diskussionen und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff

Begleitende Informationen im Internet

Literatur:

- Alberts et al. : Molecular Biology of the Cell
- Nelson: Biological Physics
- Lodish et al: Molecular Cell Biology
- Stryer: Biochemistry
- Jones: Soft Condensed Matter
- Israelachvili: Intermolecular & Surface Forces
- Hiemenz: Principles of colloid and surface chemistry
- Sackmann and Merkel: Lehrbuch der Biophysik

Modulverantwortliche(r):

Rief, Matthias; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Biophysik (Übung, 2 SWS)

Rief M [L]

Biophysik (Vorlesung, 4 SWS)

Rief M, Zacharias M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0015: Kern-, Teilchen- und Astrophysik 2 | Nuclear, Particle, and Astrophysics 2

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 90

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Paul, Stephan; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Kern-, Teilchen- und Astrophysik 2 (Vorlesung, 4 SWS)

Beneke M, Fabbietti L

Zentralübung zu Kern-, Teilchen- und Astrophysik 2 (Übung, 1 SWS)

Fabbietti L

Übung zu Kern-, Teilchen- und Astrophysik 2 (Übung, 2 SWS)

Fabbietti L [L]

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0018: Physik der kondensierten Materie 2 | Condensed Matter Physics 2

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 8	Gesamtstunden: 240	Eigenstudiums- stunden: 150	Präsenzstunden: 90

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Gross, Rudolf; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Zentralübung zu Physik der kondensierten Materie 2 (Übung, 1 SWS)

Pfleiderer C

Physik der kondensierten Materie 2 (Vorlesung, 4 SWS)

Pfleiderer C

Übung zu Physik der kondensierten Materie 2 (Übung, 2 SWS)

Pfleiderer C [L], Deyerling A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0021: Energiewissenschaften | Energy Science

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiums- stunden: 75	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine mündliche Prüfung von 40 Minuten Dauer statt. Darin wird das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe exemplarisch durch Verständnisfragen und Beispielrechnungen überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Erläutern Sie den Unterschied zwischen energetischem und exergetischem Wirkungsgrad anhand einer Kompressionswärmepumpe.
 - Vergleichen Sie Temperatur-Entropie-Diagramme eines idealen Rankine-Zyklus mit einem Carnot-Zyklus und erläutern Sie, wie die einzelnen Prozesse des Rankine-Zyklus in einem Dampfkraftwerk realisiert werden.
 - Wodurch wird die reversible Zellspannung einer Brennstoffzelle bestimmt, und welches sind die Hauptverlustkanäle, die zu Abweichungen zwischen maximalen und realen Zellspannungen führen.
 - Diskutieren Sie die Wärmeflüsse in einem solarthermischen Wandler anhand eines Ersatzschaltbilds und leiten Sie den thermischen Wirkungsgrad aus den entsprechenden Bilanzgleichungen her.
 - Diskutieren Sie Energie- und Exergieflussdiagramme für die Energiekonversion in einer Solarzelle und erläutern Sie die physikalischen Mechanismen der einzelnen Verlustprozesse.
- Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen in Thermodynamik und Festkörperphysik

Inhalt:

Einführung

- Energieformen, typische Energiegrößen
- Qualität von Energie: Entropie, Exergie und Anergie
- Energiewandlung und Effizienz
- Energiequellen und Energieverbrauch

Thermodynamik von Energiewandlungsprozessen

- Kreisprozesse: allgemeine Betrachtungen
- Stationäre Fließgleichgewichte
- Thermodynamische Beschreibung von Kraftwerken
- Exergieanalyse von Kraftwerkskomponenten und Wärmepumpen

Brennstoffzellen

- Funktionsweise und allgemeiner Aufbau
- Thermodynamik von Brennstoffzellen
- Überblick über die verschiedenen Brennstoffzellentypen

Solare Strahlung und Solarthermie

- Solarstrahlung
- Konzentration von Solarstrahlung
- Solarthermische Energiewandlung
- Flachkollektoren, Heliostate und Solartürme

Photovoltaik

- Funktionsweise von Solarzellen, Effizienz, Verlustmechanismen
- Thermodynamische Betrachtungen von Solarzellen
- Aufbau von Solarzellen

Photosynthese und Solare Brennstoffe

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul ist der / die Studierende in der Lage:

- Die energetische und exergetische Effizienz von Energiewandlungsprozessen zu bestimmen
- Thermodynamische Analysen von stationären Fließgleichgewichten durchzuführen und auf die Komponenten von Dampf- und Gaskraftwerken anzuwenden
- Das Prinzip von Brennstoffzellen zu erläutern
- Energiebilanzen bei der solarthermischen Wandlung herzuleiten
- Prinzip, maximale und reale Wirkungsgrade der Si-Solarzelle zu diskutieren

Lehr- und Lernmethoden:

Bei diesem Modul handelt es sich um eines der Spezialisierungsmodule des sechsten Fachsemesters. Die zugehörigen Lehrveranstaltungen werden in der Regel "kompakt" angeboten. Das heißt, dass die für die Lehrveranstaltungen angesetzten Semesterwochenstunden (2V 1Ü) in den Wochen der ersten Semesterhälfte in komprimierter Form (4V 2Ü) dargeboten werden. Die restliche Vorlesungszeit verbleibt somit für die arbeitsintensive Endphase der Bachelor-Arbeit. In der thematisch strukturierten Vorlesung werden die Lehrinhalte im Vortrag präsentiert und durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden

die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert. Stetige Querverweise auf die bereits früher vermittelten Grundlagen lassen die universellen Konzepte der Physik mehr und mehr erkennbar werden.

In den Übungen lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor. Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch.

Medienform:

Vorlesung: Frontalunterricht mit Tafelvortrag und Präsentation

Übung: Arbeitsunterricht (Übungsaufgaben rechnen), Diskussionen und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff

Literatur:

K. Krischer, K. Schönleber, Physics of Energy Conversion, De Gruyter 2015 (Lehrbuchsammlung, E-book)

E. Hahne, Technische Thermodynamik, Addison Wesley 2000 (Lehrbuchsammlung)

J. Larminie, A. Dicks, Fuel Cell Systems Explained, Wiley

P. Würfel, Physik der Solarzellen (neuere Auflage auf Englisch)

Modulverantwortliche(r):

Krischer, Katharina; Prof. Dr. rer. nat. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Energiewissenschaften (Vorlesung, 2 SWS)

Krischer K

Übung zu Energiewissenschaften (Übung, 1 SWS)

Krischer K [L], Maier T, Übele H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0022: Materialwissenschaften | Materials Science

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer statt. Darin wird das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe exemplarisch durch Verständnisfragen und Beispielrechnungen überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- - Nennen Sie verschiedene Materialklassen und ihre Mikrostrukturen!
- - Beschreiben Sie wichtige Bindungsarten in Molekülen!
- - Erklären Sie eine Methode zur Aufklärung von Kristallstrukturen!
- - Beschreiben Sie die Strukturen von Polymeren und Keramiken!
- - Analysieren Sie eine Deformationskurve eines viskoelastischen Materials anhand eines mechanischen Modells!
- - Nennen Sie verschiedene Defektarten im Kristall!
- - Beschreiben Sie ein Phasendiagramm einer binären Legierung!
- - Erklären Sie, welche Effekte zu plastischer Deformation führen können!
- - Erklären Sie das Drude-Modell für die elektrische Leitfähigkeit von Metallen!
- - Beschreiben Sie die Bandstruktur von Halbleitern!
- - Nennen Sie die vier typischen Arten des Magnetismus!
- - Erklären Sie, welche Effekte zur Brechung und zur Absorption von Licht führen!
- - Erklären Sie, welche Effekte zur Korrosion führen!
- - Nennen Sie die wichtigsten Typen faserverstärkter Kunststoffe!
- - Erklären Sie die Bedeutung der Grenzflächen in Nanokompositen!

Während der Prüfung sind folgende Hilfsmittel zugelassen: doppelseitig handgeschriebenes Formelblatt

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Auf die Note einer bestandenen Modulprüfung in der Prüfungsperiode direkt im Anschluss an die Vorlesung (nicht auf die Wiederholungsprüfung) wird ein Bonus (eine Zwischennotenstufe "0,3"

besser) gewährt (4,3 wird nicht auf 4,0 aufgewertet), wenn die/der Studierende die Mid-Term-Leistung bestanden hat, diese besteht aus Teilnahme an 5 von insgesamt 6 Übungen

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Einführung in die Festkörperphysik bzw. Physik der kondensierten Materie I

Inhalt:

Dieses Modul richtet sich an Bachelor-Studierende im Schwerpunkt AEP im 6. Semester. Inhalt des Moduls sind, ausgehend von Design-Aspekten und der benötigten Funktionalität, die physikalischen Eigenschaften moderner Materialien, ihr Verhalten unter Belastung sowie die Herstellungsprozesse. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf ihren mechanischen, chemischen, thermischen, elektrischen, optischen und magnetischen Eigenschaften. Es wird ein Überblick über einige Materialklassen gegeben, z. B. Metalle, Keramik, Gläser, Polymere, Komposite, Bio- und Nanomaterialien. Jeweils werden die mikroskopischen Aspekte erörtert, die den Eigenschaften zugrunde liegen.>

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Kurses sind die Studierenden in der Lage zu verstehen, wie und warum die Kontrolle der Mikro- und Nanostruktur von Materialien wie z. B. Metallen, Gläsern, Polymeren und Nanomaterialien, deren mechanische, thermische, elektrische und optischen Eigenschaften dieser Materialien bestimmt. Darüber hinaus erhalten die Studierenden ein Verständnis für Phasendiagramme und Phasenumwandlungen. Übersichtsartige Parameterdarstellungen zu verschiedenen Materialklassen ermöglichen es ihnen, am Ende der Vorlesung, Materialien in Bezug auf spezielle Anforderungen und Funktionalitäten zu bewerten und hinsichtlich Belastungsgrenzen einzuschätzen.

Lehr- und Lernmethoden:

Bei diesem Modul handelt es sich um eines der Spezialisierungsmodule des sechsten Fachsemesters. Die zugehörigen Lehrveranstaltungen werden in der Regel "kompakt" angeboten. Das heißt, dass die für die Lehrveranstaltungen angesetzten Semesterwochenstunden (2V 1Ü) in den Wochen der ersten Semesterhälfte in komprimierter Form (4V 2Ü) dargeboten werden. Die restliche Vorlesungszeit verbleibt somit für die arbeitsintensive Endphase der Bachelor-Arbeit. In der thematisch strukturierten Vorlesung werden die Lehrinhalte im Vortrag präsentiert und durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Dabei werden die Studierenden auch zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen sowie zum Studium der zugehörigen Literatur motiviert. Stetige Querverweise auf die bereits früher vermittelten Grundlagen lassen die universellen Konzepte der Physik mehr und mehr erkennbar werden.

In den Übungen lernen die Studierenden in Kleingruppen nicht nur den Lösungsweg nachzuvollziehen, sondern Aufgaben auch selbstständig zu lösen. Hierzu werden Aufgabenblätter angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten

Methoden und Konzepte bearbeiten sollen. In den Übungen werden die unter der Woche gerechneten Aufgaben von den Studierenden und einer/m wissenschaftlichen Mitarbeiter(in) an der Tafel vorgerechnet und besprochen. Die Übung bietet auch die Gelegenheit zur Diskussion und weitergehende Erläuterungen zum Vorlesungsstoff und bereitet konkret auf die Prüfungen vor. Die verschiedenen Lernformate sind eng verzahnt und befinden sich im ständigen Austausch.

Medienform:

Der Lernstoff wird durch z.B. Powerpoint-Präsentation, Tablet-Anschrieb + Animationen präsentiert. Die Präsentation wird auf die Plattform Moodle gestellt. Die Vorlesung wird in deutscher Sprache gehalten. Bildmaterial wird oft mit englischsprachigen Legenden verwendet.

Literatur:

Die Vorlesung richtet sich nach folgenden Büchern:

- "Materials" von M. Ashby, H. Shercliff, D. Cebon, Elsevier, 3. Auflage, 2014;
- "Introduction to Material Science", J.P. Mercier, G. Zambelli, W. Kurz, Elsevier, 2002.
- W.D. Callister, D.G. Rethwisch "Materialwissenschaften und Werkstofftechnik", Wiley-VCH;
- D.R. Askeland "Materialwissenschaften", Spektrum Akademischer Verlag;
- S. Hunklinger "Festkörperphysik", Oldenbourg Verlag;
- R. Gross/A. Marx "Festkörperphysik", Oldenbourg Verlag.

Weitere Quellen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

Modulverantwortliche(r):

Papadakis, Christine; Prof. Ph.D.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Materialwissenschaften (Vorlesung, 2 SWS)

Papadakis C

Übung zu Materialwissenschaften (Übung, 1 SWS)

Papadakis C [L], Alvarez Herrera P, Pham T, Reus M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Abschlussarbeit und Kolloquium | Thesis and Colloquium

Modulbeschreibung

PH0041: Bachelorarbeit | Bachelor's Thesis

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2018/19

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 12	Gesamtstunden: 360	Eigenstudiums- stunden:	Präsenzstunden:

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einer wissenschaftlichen Ausarbeitung (Richtwert für den Umfang ca. 30 DIN A4 Seiten), die durch wissenschaftliche Gutachter (Themensteller) bewertet wird, wobei das Erreichen der angestrebten Lernergebnisse im Fokus dieser Begutachtung steht. Beispielsweise wird also bewertet, ob die Studierenden die Ausarbeitung (Bachelors's Thesis) gemäß den Standards für wissenschaftliche Veröffentlichungen der Physik angefertigt haben, ob sie damit nachweisen, dass sie die der konkreten wissenschaftlichen Fragestellung zugehörige Literatur und den aktuellen Stand der Forschung kennen, ob sie geeignete Lösungsansätze finden und anwenden können oder ob sie die erzielten Ergebnisse im Kontext des aktuellen Forschungsstandes bewerten und interpretieren können.

Eine Wiederholung der Bachelors's Thesis ist nach den einschlägigen Regelungen der FPSO möglich.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiches Bachelorstudium bis zum 6. Semester.

Die Bachelor's Thesis kann frühestens im Anschluss an die Vorlesungszeit des fünften Semesters begonnen (angemeldet) werden. Studierende können auf Antrag vorzeitig zur Bachelor's Thesis zugelassen werden, wenn sie mindestens 100 Credits erreicht haben.

Inhalt:

Im Rahmen der Bachelor's Thesis zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, eine experimentelle oder theoretische Aufgabe aus einem Teilgebiet der Physik im moderaten thematischen Umfang innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes zu bewältigen. Die

Bearbeitung erfolgt unter Anleitung weitgehend selbstständig nach bekannten Verfahren und wissenschaftlichen Gesichtspunkten.

Aufgabenstellungen können beispielsweise sein:

- Analyse eines supraleitenden Quantensystems für Vielteilchen-Quantensimulation
- Suche nach neutrinolosem Doppelbetazerfall (GERDA), dunkler Materie (CRESST) und sterilen Neutrinos (SOX/Borexino).
- Berechnung der Dunkelmateriereликtdichte
- Batteriematerialien: LTO für LIBs
- Mechanismus der DNA und RNA Hybridisierung

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage:

- die Grundlagen zu einer aktuellen, in der Regel forschungsbezogenen Fragestellung zu kennen und ausgewählte Fachliteratur zu ihrem Projekt zu verstehen;
- Methoden zur Bearbeitung der Fragestellungen zu identifizieren, geeignete Hilfsmittel zur Bearbeitung des Themas anzuwenden und eine realistische Zeiteinteilung für ein eigenes Projekt zu entwerfen;
- die Arbeitsweise eines Forscherteams zu kennen, grundlegende Techniken des problemorientierten Arbeitens anzuwenden und Schlüsselqualifikationen wie Selbstständigkeit und Teamarbeit einzusetzen;
- die grundlegende Struktur und den Aufbau wissenschaftlicher Arbeiten zu verstehen und Elemente wissenschaftlicher Präsentation und Diskussion anzuwenden;
- die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten unter Anleitung auf die konkrete Fragestellung mit den neu erworbenen Methoden und Hilfsmitteln anzuwenden und eine eng begrenzte Aufgabenstellung wissenschaftlich selbstständig zu bearbeiten;
- eine wissenschaftliche Arbeit zu verfassen und die Ergebnisse in adäquater schriftlicher Form wissenschaftlich zu diskutieren und darzustellen.

Lehr- und Lernmethoden:

Themenstellung, individuelle Anleitung zu wissenschaftlicher Arbeit, selbstständiges Literaturstudium, Konzeption, Planung und Durchführung der Experimente und/oder theoretische Berechnungen, begleitende wissenschaftliche Diskussion, Verfassen der schriftlichen Ausarbeitung.

Medienform:

Abhängig von der spezifischen Ausrichtung des Themas können alle erdenklichen Medienformen zum Einsatz kommen.

Literatur:

Aktuelle Fachliteratur zum spezifischen Thema - konkrete Angabe durch den jeweiligen Themensteller

Modulverantwortliche(r):

Kienberger, Reinhard; Prof. Dr. techn.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Bachelorpraktikum in Physik (Forschungspraktikum, 2 SWS)

Kienberger R [L]

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH0040: Bachelorkolloquium | Bachelor's Colloquium

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2018/19

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 87	Präsenzstunden: 3

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Bachelorkolloquium findet nach der Abgabe der Bachelorarbeit in der Regel im September oder Anfang Oktober statt. Die Einteilung der Studierenden zu den Kolloquien und die Koordination der Termine erfolgt im Dekanat Physik. Jeweils zwei Themensteller finden sich mit ihren Kandidaten zu einem Seminartermin ein. Im Rahmen dieses Termins werden die Arbeiten im Auditorium sukzessive vorgestellt, verteidigt und diskutiert. Pro Arbeit sind etwa 30 Minuten vorgesehen. Die Studierenden haben zunächst ca. 15 Minuten Zeit, ihre Bachelor's Thesis in einer kurzen Präsentation vorzustellen. Daran schließt sich eine Disputation an, die sich ausgehend von dem Thema der Bachelor's Thesis auf das weitere Fachgebiet erstreckt, dem die Bachelor's Thesis zugehört.

Die beiden Themensteller fungieren als Prüfer und bewerten die Leistung. Dabei achten sie unter anderem darauf, dass die Studierenden in der Präsentation nachweisen, dass sie die Themenstellung präsentieren und erläutern, die Lösungsansätze einordnen und bewerten, die Realisierung und die Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Aussprache diskutieren und verteidigen können.

Eine Wiederholung des Kolloquiums ist nach den einschlägigen Regelungen der FPSO möglich.

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

PH0041 Bachelorarbeit

Inhalt:

Jeweils zwei Themensteller finden sich mit ihren Kandidaten zu einem Seminartermin ein. Im Rahmen dieses Termins werden die Arbeiten im Auditorium sukzessive vorgestellt, verteidigt und diskutiert. Pro Arbeit sind etwa 30 Minuten vorgesehen. Die Studierenden haben zunächst ca. 15 Minuten Zeit, ihre Bachelor's Thesis in einer kurzen Präsentation vorzustellen. Daran schließt sich

eine Disputation an, die sich ausgehend von dem Thema der Bachelor's Thesis auf das weitere Fachgebiet erstreckt, dem die Bachelor's Thesis zugehört.

Lernergebnisse:

Die Studierenden sind in der Lage, Ergebnisse und Einsichten, die sie bei der Bearbeitung einer physikalischen Aufgabenstellung gewonnenen haben, einem fachkundigen Publikum in einem wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren und diese in einer Diskussion zu verteidigen.

Lehr- und Lernmethoden:

Ausarbeitung und Darbietung eines mündlichen Vortrags, in dem Ergebnisse veranschaulicht und zusammengefasst sowie komplexe Sachverhalte auf ihren wesentlichen Kern reduziert werden. Visuelle Unterstützung mit geeigneten Medien und wissenschaftliche Diskussion.

Medienform:

Beamer, Folien, Poster, Videos, Handouts

Literatur:

Wird vom Themensteller der Bachelor's Thesis angegeben bzw. vom Studierenden selbst erarbeitet

Modulverantwortliche(r):

Kienberger, Reinhard; Prof. Dr. techn.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Alphabetisches Verzeichnis der Modulbeschreibungen

A

Abschlussarbeit und Kolloquium Thesis and Colloquium	112
Allgemeinbildende Fächer General-Education Subjects	55
[PH0009] Anfängerpraktikum Teil 1 Lab Course Part 1	36 - 38
[PH0010] Anfängerpraktikum Teil 2 Lab Course Part 2	39 - 41
[PH0011] Anfängerpraktikum Teil 3 Lab Course Part 3	42 - 44

B

[PH0041] Bachelorarbeit Bachelor's Thesis	112 - 114
[PH0040] Bachelorkolloquium Bachelor's Colloquium	115 - 116
[PH0020] Biophysik Biophysics	99 - 101

C

[CH1104] Chemie für Studierende der Physik Chemistry for Students of Physics	29 - 31
---	---------

E

[PH0023] Einführung in die Biophysik Introduction to Biophysics	94 - 96
[PH0016] Einführung in die Kern-, Teilchen- und Astrophysik Introduction to Nuclear, Particle, and Astrophysics	78 - 81
[PH8016] Einführung in die Kern-, Teilchen- und Astrophysik (in englischer Sprache) Introduction to Nuclear, Particle, and Astrophysics (in English)	82 - 83
[PH0019] Einführung in die Physik der kondensierten Materie Introduction to Condensed Matter Physics	88 - 89
[PH8019] Einführung in die Physik der kondensierten Materie (in englischer Sprache) Introduction to Condensed Matter Physics (in English)	90 - 93
[IN8008] Einführung in die wissenschaftliche Programmierung Introduction to Scientific Programming	45 - 46
[PH0101] Einführung in neuronale Netzwerke für Studierende der Physik Introduction to Neuronal Networks for Physicists	47 - 49
[PH0021] Energiewissenschaften Energy Science	106 - 108
Ergänzungen des Katalogs für allgemeinbildende Fächer Supplement to the Catalog of General-Education Subjects	60

[PH0001] Experimentalphysik 1 Experimental Physics 1 [ExPh 1]	10 - 13
[PH0002] Experimentalphysik 2 Experimental Physics 2 [ExPh 2]	16 - 17
[PH0003] Experimentalphysik 3 Experimental Physics 3 [ExPh 3]	22 - 25
[PH0004] Experimentalphysik 4 Experimental Physics 4 [ExPh 4]	32 - 33

F

[PH0031] Fachspezifische Schlüsselqualifikationen der Physik Subject-Specific Key Qualifications in Physics	66 - 69
[PH0030] Fortgeschrittenenpraktikum für Bachelorstudierende Advanced Lab Course for B.Sc. Students [FOPRA]	70 - 75
Fortgeschrittene Experimentalphysik Advanced Experimental Physics	76
[PH0024] Fortgeschrittene Quantenmechanik Advanced Quantum Mechanics [QM*]	97 - 98
Fremdsprachen Foreign Languages	57

G

GOP Teil 1 GOP Part 1	6
GOP Teil 2 GOP Part 2	14
[IN0002] Grundlagenpraktikum: Programmierung Fundamentals of Programming (Exercises & Laboratory)	50 - 51

I

Individuelles Modul "technische Grundlagen" Individual Module "Technical Basics"	50
---	----

K

Katalog für allgemeinbildende Fächer Catalog of General-Education Subjects	55
Katalog zu den fachspezifischen Schlüsselqualifikationen der Physik Catalog for Subject-Specific Key Qualifications in Physics	70
Kern-, Teilchen- und Astrophysik Nuclear, Particle, and Astrophysics	76
[PH0014] Kern-, Teilchen- und Astrophysik 1 Nuclear, Particle, and Astrophysics 1	76 - 77

[PH0015] Kern-, Teilchen- und Astrophysik 2 Nuclear, Particle, and Astrophysics 2	102 - 103
--	-----------

M

[PH0022] Materialwissenschaften Materials Science	109 - 111
[MA9201] Mathematik für Physiker 1 Mathematics for Physicists 1	6 - 7
[MA9202] Mathematik für Physiker 2 Mathematics for Physicists 2	8 - 9
[MA9203] Mathematik für Physiker 3 Mathematics for Physicists 3	14 - 15
[MA9204] Mathematik für Physiker 4 Mathematics for Physicists 4	20 - 21

N

[IN0019] Numerisches Programmieren Numerical Programming	52 - 54
---	---------

P

Physikalisches Ergänzungsfach Physics Supplement	94
Physik der kondensierten Materie Condensed Matter Physics	84
[PH0017] Physik der kondensierten Materie 1 Condensed Matter Physics 1	84 - 87
[PH0018] Physik der kondensierten Materie 2 Condensed Matter Physics 2	104 - 105
Prüfungsleistungen Examinations	20

R

[PH0050] Ringvorlesung "Einführung in aktuelle Aspekte wissenschaftlicher Forschung" Lecture Series "Introduction to Current Aspects of Scientific Research"	61 - 62
---	---------

S

[SZ1217] Spanisch B2.2 Spanish B2.2	57 - 59
Studienleistungen Course Work	36

T

technische Grundlagen Technical Basics	45
[PH0005] Theoretische Physik 1 (Mechanik) Theoretical Physics 1 (Mechanics) [ThPh 1]	18 - 19
[PH0006] Theoretische Physik 2 (Elektrodynamik) Theoretical Physics 2 (Electrodynamics) [ThPh 2]	26 - 28
[PH0007] Theoretische Physik 3 (Quantenmechanik) Theoretical Physics 3 (Quantum Mechanics) [ThPh 3]	34 - 35
Theoretische Physik 4 Theoretical Physics 4	63
[PH0008] Theoretische Physik 4A (Statistische Mechanik und Thermodynamik) Theoretical Physics 4A (Statistical Mechanics and Thermodynamics) [ThPh 4A]	63 - 65

V

Vertiefung Concentration	99
-----------------------------------	----

W

[PH8116] Wissenschaftliches Publizieren auf Englisch für Physiker Writing Scientific Papers: English Writing for Physicists	55 - 56
---	---------