RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB

Fakultät für Physik und Astronomie

Modulhandbuch
zu dem Studiengang
Bachelor of Science (B.Sc.)
in Physik

PO 2023
der Ruhr-Universität Bochum

WiSe 26/27
Stand 31.07.2026

1. Allgemeine Informationen: **3**
2. Studienverlaufsplan **3**
3. Beratungs- und Informationsangebote an der Fakultät für Physik und Astronomie **4**
4. Modulübersicht **5**
5. Modularisierungskonzept und Prüfungsformen: **6**
6. Liste der einzelnen Module **8**
Module 1-14 (Pflichtmodule) **8**
Modul 1 Physik I (Mechanik, Wärmelehre) 8
Modul 2 Physik II (Elektrizitätslehre, Optik) 9
Modul 3 Physik III (Quantenphysik) 10
Modul 4a Praktikum 12
Modul 4b SOWAS-Praktikum 14
Modul 5 Mathematische Methoden 15
Modul 6 Klassische Theoretische Physik (Mechanik, Elektrodynamik) 16
Modul 7 Quantenmechanik/Quantum Mechanics 17
Modul 8 Mathematik I 18
Modul 9 Mathematik II 19
Modul 10 Mathematik III 20
Modul 11 Lerngruppenleitung 21
Modul 12 Einführung in wissenschaftliches Arbeiten 22
Modul 13 Methodenkenntnis und Projektplanung 23
Modul 14 Bachelorarbeit 24
Modul 15 (Wahlpflichtmodule für die Schwerpunkte in alphabetischer Reihenfolge) **25**
Modul 15a Einführung in die Astrophysik 25
Modul 15b Einführung in die Biophysik 26
Modul 15c Einführung in die Festkörperphysik 27
Modul 15d Einführung in die Kern- und Teilchenphysik 30
Modul 15e Einführung in die Plasmaphysik 32
Modul 15f Einführung in die theoretische Astrophysik 33
Modul 15g Einführung in die theoretische Festkörperphysik 35
Modul 15h Einführung in die theoretische Plasmaphysik 37
Modul 16 (Wahlmodule für den freien Wahlbereich in alphabetischer Reihenfolge) **38**
Modul 16a Allgemeine Relativitätstheorie / General Relativity 38
Modul 16b Analogelektronik 39
Modul 16c Computational Physics I 40
Modul 16d Computational Physics II 41
Modul 16e Digitalelektronik 42
Modul 16f Einführung in die mathematischen Hilfsmittel der Physik (Physik-Vorkurs) 43
Modul 16g Grundlagen der Astronomie 44
Modul 16h Instrumente und Beobachtungsmethoden in Astronomie und Astrophysik 45
Modul 16i Mathematik IV 46
Modul 16j Meet Your Future Karriere-Perspektiven für Physikstudierende 47
Modul 16k Mentorenschulung 48
Modul 16l Messmethoden der Physik 50
Modul 16m Python for Physicists 51
Modul 16n Quantenmechanik II /Advanced Quantum Mechanics 52
Modul 16o Scientific English 53
Modul 16p Thermodynamics and Statistical Physics 54
Modul 16q Theoretisches Minimum 55
Modul 16z Liste Weiterer Module 56

1. Allgemeine Informationen:

Der Studiengang Bachelor of Science in Physik hat eine Regelstudienzeit von 6 Semestern und einen Gesamtumfang von 180 Kreditpunkten (CP). Das Studium ist in verschiedene Bereiche aufgeteilt. Pflichtmodule im Umfang von 109 CP umfassen die Grundlagen der experimentellen und theoretischen Physik, das Grundpraktikum, die Mathematik sowie fachorientierte Schlüsselkompetenzen. Für eine erste Schwerpunktsetzung müssen zwei Wahlpflichtmodule (18 CP) inkl. begleitender F-Praktika aus unter- schiedlichen Fachgebieten gewählt werden. 28 CP können im freien Wahlbereich aus einer großen Zahl an Modulen individuell gewählt werden. Eine Auflistung der zugelassenen Module befindet sich in diesem Modulhandbuch. Das Studium wird abgeschlossen mit der Bachelorarbeit.

2. Studienverlaufsplan

Die Einteilung der 180 zu absolvierenden CP in die Module im Physikstudium ist in der nachstehenden Tabelle veranschaulicht:

Bachelor of Science	Semester	Experimentalphysik	Praktikum	Theoretische Physik	Mathematik	Wahlpflichtmodul A	Wahlpflichtmodul B	Freier Wahlbereich	Fachorientierte Schlüsselkompetenzen	Bachelorarbeit
		28 CP	16 CP	28 CP	27 CP	9 CP	9 CP	28 CP	10 CP	25 CP
Grundlagen	1	Physik I (Mechanik, Wärmelehre) 7 CP	Praktikum 12 CP	Mathematische Methoden 8 CP	Mathematik I 9 CP			z.B. Modul aus Chemie od. Informatik		
	2	Physik II (Elektrizitätslehre, Optik) 7 CP		Klassische Theoretische Physik (Mechanik, Elektrodynamik) 14 CP (inkl. mündl. Prüfung 2 CP)	Mathematik II 9 CP			~~z.B. Präsentation physikalischer Inhalte~~ z.B. Python-Kurs		
	3	Physik III (Quantenphysik) 14 CP (inkl. mündl. Prüfung 2 CP)			Mathematik III 9 CP			z.B. Grundlagen der Astronomie	Lerngruppenleitung (3. oder 4. Semester) 5 CP	
	4		SOWAS-Praktikum 4 CP	Quantenmechanik 6 CP		1 Wahlpflichtmodul Exp./Theo. (z. Bsp. Astro/FK/KT/ Plasma)	1 Wahlpflichtmodul Exp./Theo. (z. Bsp. Astro/FK/KT/ Plasma)	z.B. vertiefendes Modul aus der Mathematik		
Vertiefung	5	Mobilitätsfenster im 5. Semester				1 VL + 3FP (4. oder 5. Semester) 9 CP	1 VL + 3FP (4. oder 5. Semester) 9 CP	z.B. vertiefendes Modul aus der Theorie		
	6								Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten (Forschendes Lernen) 5 CP	Methodenkenntnis und Projektplanung - 13 CP Bachelorarbeit - 12 CP

Legende

- Module Experimentalphysik
- Module Praktikum
- Wahlpflichtmodule
- Module Schlüsselkompetenzen (Pflicht)
- Module Theoretische Physik
- Module Mathematik
- Wahlmodule
- Abschlussarbeit und vorbereitende Module

3. Beratungs- und Informationsangebote an der Fakultät für Physik und Astronomie

Bei Fragen im Zusammenhang mit dem Fach Physik wenden Sie sich bitte an die Studienfachberatung Physik. Diese bietet an fünf Tagen pro Woche Termine an. Es werden keine regelmäßigen Sprechzeiten angeboten, daher müssen sie persönlich, per Telefon oder per Mail vorab einen Termin vereinbaren.

Unser Studienfachberater für alle Bachelor-Studiengänge:

Dr. Dirk Meyer
NBCF 04/595
Tel.: 0234-32-23198
studienberater@physik.rub.de Sprechstunde:
nach Vereinbarung

enjahr bietet die Fakultät Einführungsveranstaltungen an. Die im Fachschaftsrat Physik organisierten Studierendenvertreter*innen bieten ergänzende Beratungsangebote. Außerdem empfehlen wir dringend die Teilnahme an den Lerngruppen und den Aktivitäten des Studiennetzwerks.

Für Studierende im 3. Studienjahr veranstaltet die Fakultät eine Informationsveranstaltung rund um die Anmeldung zur Bachelorarbeit. Hier haben alle Studierenden die Möglichkeit sich über mögliche Themen an den einzelnen Lehrstühlen zu informieren.

Allgemeine Informationen sowie Formblätter werden im Moodlekurs „Physikstudium-Info“ zur Verfügung gestellt.

4. Modulübersicht

Modul	Beschreibung	Semester	Modulabschluss
Modul 1 7 CP	Physik I	1.	benotet, über eine Modulabschlussklausur
Modul 2 7 CP	Physik II	2.	benotet, über eine Modulabschlussklausur
Modul 3 14 CP	Physik III	3. + 4.	benotet, über eine mündliche Modulabschlussprüfung
Modul 4 12 CP	Praktikum (PO 2023)	1. - 3.	benotet über Protokolle und Kolloquium
Modul 4a 4 CP	SOWAS Praktikum	4.	benotet, über Poster und Präsentation
Modul 5 8 CP	Mathematische Methoden	1. + 2.	unbenotet, über eine Modulabschlussklausur
Modul 6 14 CP	Klassische Theoretische Physik	2. + 3.	benotet, über eine mündliche Modulabschlussprüfung
Modul 7 6 CP	Quantenmechanik oder Quantum Mechanics	4./5.	benotet, über eine Modulabschlussklausur
Modul 8 9 CP	Mathematik I	1.	benotet, über eine Modulabschlussklausur
Modul 9 9 CP	Mathematik II	2.	benotet, über eine Modulabschlussklausur
Modul 10 9 CP	Mathematik III	3.	benotet, über eine Modulabschlussklausur
Modul 11 5 CP	Lerngruppenleitung	3. oder 4.	unbenotet, über aktive Teilnahme
Modul 12 5 CP	Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten	6.	unbenotet, über aktive Teilnahme und praktische Übungen
Modul 13 13 CP	Methodenkenntnis und Projektplanung (B.Sc).	6.	unbenotet, über aktive Teilnahme
Modul 14 12 CP	Bachelorarbeit	6.	benotet, über zwei Gutachten
Modul 15.x (Schwerpunkt Module) 2 x 9 CP	Zwei Wahlpflichtmodule aus unterschiedlichen Fachgebieten (Astrophysik, Biophysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik oder Plasmaphysik), die jeweils aus der theoretischen oder experimentellen Physik sein können. Jedes Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übung sowie Versuchen aus dem Fortgeschrittenen-Praktikum aus dem jeweiligen Fachgebiet.	4.+5.	benotet, die erbrachten Teilleistungen gehen gewichtet mit den CP in die Modulnote ein. Es müssen nur zwei der Module 15a bis 15h (nach Wahl) absolviert werden, wobei zwei unterschiedliche Fachgebiete gewählt werden müssen.
Module 16.x (Freier Wahlbereich) Σ 28 CP	Wahlmodule im Umfang von 28 CP	1.-6.	benotet, über eine Modulabschlussklausur, mündliche Modulabschlussprüfung, Seminarvortrag, studienbegleitende Übungen und aktive Beteiligung, Protokolle, praktische Übungen oder Hausarbeit

5. Modularisierungskonzept und Prüfungsformen:

Prüfungsleistungen können in Form einer Klausur, einer mündlichen Prüfung, eines Seminarbeitrags, eines Referats oder einer Präsentation, einer Hausarbeit, eines schriftlichen Berichts, einer Projektarbeit, einer praktischen Übung oder einer Übung erbracht werden. Die Prüfungsform je Modul ist den Modulbeschreibungen zu entnehmen. Im Fall von alternativen Möglichkeiten wird zu Beginn des Moduls eine Prüfungsform vom Lehrenden festgelegt.

Alle Module werden mit einer Prüfungsleistung abgeschlossen. Unbenotet bleiben die Pflichtmodule „Mathematische Methoden“, „Lerngruppenleitung“, „Methodenkenntnis und Projektplanung“ und „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“. Alle anderen Module sind benotet. Die Gesamtnote der Bachelor-Prüfung ergibt sich als mit CP gewichtetes arithmetisches Mittel aller benoteten Modulprüfungen einschließlich der Bachelorarbeit, ausgenommen jeweils eines der Module „Physik I“ oder „Physik II“ und Mathematik I“ oder „Mathematik II“. Dabei wird die jeweils bessere Note in die Berechnung einbezogen.

Es wird dringend empfohlen, alle Pflicht und Wahlpflichtmodule in den angegebenen Semestern zu studieren. Falls eine Abweichung notwendig ist, ist vorab ein Beratungsgespräch mit Dr. Meyer sehr sinnvoll.

Das jeweils aktuelle Veranstaltungsangebot der Fakultät für Physik und Astronomie finden Sie tagesaktuell in Campus Office.

Alle Prüfungen an der Fakultät finden in fest vorgegebenen Prüfungsperioden statt. Die erste Prüfungsperiode liegt am Ende der Vorlesungszeit, die zweite zum Ende der Vorlesungszeit. Eine Ausnahme bildet das erste Studienjahr. Dort finden die Wiederholungsprüfungen in der Regel vor dem Blockpraktikum statt.

Wenn man eine Prüfung nicht bestanden hat, darf man sie in der Regel drei Mal wiederholen. Achtung: vor dem letzten Prüfungsversuch muss allerdings ein Antrag gestellt werden. Bitte nehmt umgehend Kontakt mit der Studienfachberatung auf, wenn ihr dreimal die gleiche Prüfung nicht bestanden habt.

Erläuterungen zu den freiwilligen Selbstkontroll-Prüfungen (FSP):
In den Modulen Physik I, Physik II, Mathematische Methoden, Mathematik I, Mathematik II und Mathematik III wird das Instrument der freiwilligen Selbstkontrolle zusätzlich zur regulären Modulprüfung, die sog. „Freiwillige Selbstkontroll-Prüfungen“ (FSP), angeboten. Die FSP sind bezüglich ihrer Durchführung mit den Modulprüfungen im jeweiligen Modul identisch. Modulprüfungen, die aus zwei Teilprüfungen bestehen (Physik I, II und Mathematische Methoden), werden immer als ein Prüfungsversuch gezählt.

Eine FSP kann nur einmal pro Modul erfolgen. An der FSP kann nur in dem Fachsemester teilgenommen werden, in dem das Modul gemäß Modulhandbuch belegt werden soll (z.B. Physik I im ersten Fachsemester, Physik II im zweiten Fachsemester). Nur die jeweils erste Prüfung, die in einem Modul angeboten wird, kann als FSP gewertet werden. Nur bei einem anerkannten Rücktritt vom ersten Prüfungstermin (z.B. mit ärztlichem Attest) kann die Wiederholungsklausur als FSP gewertet werden.

Formaler Ablauf

Anmeldung zur Klausur
Es gibt nur ein Anmeldeverfahren pro Klausur, unabhängig davon, ob eine FSP geltend gemacht wird oder nicht.

Anrechnung als Modulprüfung
Nach bestandener Prüfung könnt Ihr entscheiden, ob der Versuch anzurechnen ist und die Note zählen soll oder ob Ihr die FSP geltend macht und an der Wiederholungsprüfung teilnehmen wollt.

- Wenn Ihr Euch zur Wiederholungsprüfung anmeldet, wird der erste Prüfungsversuch automatisch als FSP gewertet. Die Note der Wiederholungsprüfung zählt, auch wenn diese schlechter ausgefallen sein sollte als die Note der FSP.
- Die FSP wird automatisch als bestandene Leistung mit der erreichten Modulnote angerechnet, wenn Ihr Euch nicht zu Wiederholungsprüfung anmeldet. Eine Teilnahme an weiteren Wiederholungsprüfungen zur Verbesserung der Note ist nicht möglich.

Bei Nichtbestehen einer FSP wird automatisch die Note 5,0 bzw. ein „nicht bestanden“ eingetragen und Ihr habt dennoch weiterhin vier Prüfungsversuche!

Achtung: Nach dem 3. (ohne FSP) bzw. nach dem 4. (mit FSP) Prüfungsversuch muss ein Härtefallantrag bei der Studienberatung gestellt werden, um den letzten Prüfungsversuch genehmigt zu bekommen.

6. Liste der einzelnen Module

Module 1-14 (Pflichtmodule)

<table>
<tr><th colspan="5">Modul 1 Physik I (Mechanik, Wärmelehre)</th></tr>
<tr><td></td><td>Credits
7 CP</td><td>Workload
210 h</td><td>Semester
1. Sem.</td><td>Turnus
WiSe</td><td>Dauer
1 Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Lehrveranstaltungen
a) Vorlesung Physik I (Mechanik, Wärmelehre)
b) zentrale Übung zur Physik I
c) Lerngruppen zur Physik I</td><td>Kontaktzeit
a) 55 h
b) 11 h
c) 22 h</td><td>Selbststudium
122 h</td><td>Gruppengröße Studierende
a) unbegrenzt
b) unbegrenzt
c) 30</td></tr>
<tr><td colspan="6">Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: Die Teilnahme am Physik-Vorkurs wird empfohlen.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls
• kennen Studierende die Grundkonzepte der Physik und die Bedeutung von Experimenten und mathematischen Beschreibungen physikalischer Probleme aus den Bereichen Mechanik und Wärmelehre
• sind Studierende in der Lage, physikalische Sachverhalte aus den Bereichen Mechanik und Wärmelehre mit adäquaten Begriffen zu kommunizieren
• haben Studierende anhand historischer Beispiele Einblick in die Wege der Erkenntnisgewinnung in den Bereichen Mechanik und Wärmelehre
• wenden Studierende physikalische Konzepte aus den Bereichen Mechanik und Wärmelehre auf konkrete Problemstellungen an</td></tr>
<tr><td colspan="6">Inhalt
- Klassische Mechanik: Kinematik, Dynamik, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls, Leistung, Reibung, Drehimpuls, Drehmoment, Gravitation, Trägheitskräfte, starrer Körper, Hydrodynamik, Schwingungen
- Thermodynamik: Wärme und Temperatur, Hauptsätze der Thermodynamik, kinetische Theorie, Wärmeleitung und Diffusion, Entropie, Wärmekraftmaschinen, Aggregatzustände und Phasenübergänge</td></tr>
<tr><td colspan="6">Lehrformen Vorlesung, zentrale Übung, Lerngruppe</td></tr>
<tr><td colspan="6">Prüfungsformen Klausur von 180 min</td></tr>
<tr><td colspan="6">Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung. Sie besteht aus zwei Teilklausuren, die am Ende der „Mechanik“ und am Ende der „Wärmelehre“ geschrieben werden. Die Gesamtnote für den Leistungsnachweis ergibt sich aus dem arithmetischen Mittelwert der Ergebnisse der beiden Teilklausuren (Bestehensgrenze: Mittelwert ≥ 50 %). Wenn eine Teilklausur (z.B. aus Krankheitsgründen) nicht geschrieben werden kann oder in der Summe weniger als 50 % der Klausurpunkte erworben werden, besteht die Möglichkeit, den Leistungsnachweis in einer Nachholklausur zum Ende des Semesters zu erwerben. Sie deckt den gesamten Stoffumfang der Vorlesung ab.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Verwendung des Moduls Pflichtmodul</td></tr>
<tr><td colspan="6">Stellenwert der Note für die Endnote benotet, die bessere Note von Physik I und Physik II geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein</td></tr>
<tr><td colspan="6">Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende: Studiendekan und Prof. Dr. Hägele</td></tr>
<tr><td colspan="6">Sonstige Informationen</td></tr>
</table>

Modul 2 Physik II (Elektrizitätslehre, Optik)

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	7 CP	210 h	2. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Physik II (Elektrizitätslehre, Optik) b) zentrale Übung zur Physik II c) Lerngruppen zur Physik II	a) 55 h b) 11 h c) 22 h	122 h	a) unbegrenzt b) unbegrenzt c) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die Grundkonzepte der Physik und die Bedeutung von Experimenten und mathematischen Beschreibungen physikalischer Probleme aus den Bereichen Elektrizitätslehre und Optik
- sind Studierende in der Lage, physikalische Sachverhalte aus den Bereichen Elektrizitätslehre und Optik mit adäquaten Begriffen zu kommunizieren
- haben Studierende anhand historischer Beispiele Einblick in die Wege der Erkenntnisgewinnung in den Bereichen Elektrizitätslehre und Optik
- wenden Studierende physikalische Konzepte aus den Bereichen Elektrizitätslehre und Optik auf konkrete Problemstellungen an

Inhalt

- Elektrizitätslehre: Elektrostatik: Ladung, Leiter, Nichtleiter, Coulomb-Gesetz, elektrisches Feld, Dipol, Gauß‘sches Gesetz, Spannung, Potenzial, Kondensatoren, Dielektrika, elektrische Ströme: Ohm‘sches Gesetz, Widerstand, Gleichspannungskreise, Kirchhoff‘sche Regeln, elektr. Arbeit, Leistung, RC-Kreis, Magnetisches Feld: Quellen, Ampere‘sches Gesetz, Materie im Magnetfeld, Kräfte im Magnetfeld, Induktion, Lenz‘sche Regel, Wechselstromkreise: Induktivität, Schwingkreise, Zeigerdiagramme, Wechselstromwiderstände, Leistung, Effektivwerte, Transformatoren, Maxwell-Gleichungen, elektromagnetische Wellen
- Optik: Ausbreitung und Natur des Lichts: Wellen, Strahlen, Reflexion, Brechung, Fermat‘sches Prinzip, Huygens‘sches Prinzip, Dispersion, Polarisation, Geometrische Optik: Spiegel, Linsen, Abbildungsfehler, optische Instrumente, Interferenz und Beugung: Kohärenz, dünne Schichten, Doppelspalt, Gitter, Einzelspalt, Auflösungsbegrenzung, Holographie

Lehrformen Vorlesung, zentrale Übung, Lerngruppe

Prüfungsformen Klausur von 180 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung. Sie besteht aus zwei Teilklausuren, die am Ende der „Elektrizitätslehre“ und am Ende der „Optik“ geschrieben werden. Die Gesamtnote für den Leistungsnachweis ergibt sich aus dem arithmetischen Mittelwert der Ergebnisse der beiden Teilklausuren (Bestehensgrenze: Mittelwert ≥ 50 %). Wenn eine Teilklausur (z.B. aus Krankheitsgründen) nicht geschrieben werden kann oder in der Summe weniger als 50 % der Klausurpunkte erworben werden, besteht die Möglichkeit, den Leistungsnachweis in einer Nachholklausur zum Ende des Semesters zu erwerben. Sie deckt den gesamten Stoffumfang der Vorlesung ab.

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, die bessere Note von Physik I und Physik II geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Prof. Dr. Fritsch

Sonstiges

Modul 3 Physik III (Quantenphysik)

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	14 CP	420 h	3. & 4. Sem.	WiSe & SoSe	2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Physik III (Quantenphysik) b) Übung zur Physik III	a) 88 h b) 44 h	288 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse aus Physik I und II sind wünschenswert
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis der Atom- und Quantenphysik und können die Begrifflichkeiten der Quantenphysik von der der klassischen Physik abgrenzen
- sind sich Studierende über die Möglichkeiten statistischer Methoden zur Beschreibung makroskopischer Phänomene bewusst
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Festkörper- und Kernphysik und ihrer technischen Anwendungen (z.B. Radioaktivität und Strahlenwirkungen)
- kennen Studierende die Systematik der Elementarteilchen und sind mit den Grundaufbau der Materie vertraut
- können Studierende Zusammenhänge zwischen den Teilbereichen der Physik erkennen und physikalische Konzepte auf unbekannte Problemstellungen anwenden

Inhalt

1. Entwicklung der Atomvorstellung: Atomismus von Materie, Atom-Masse, -Größe; Elektron, Masse und Größe; einfache Atommodelle
2. Entwicklung der Quantenphysik: Teilchencharakter von Photonen (Hohlraumstrahlung, Photoeffekt, Compton-Effekt), Wellencharakter von Teilchen (Materiewellen, Wellenfunktion, Unbestimmtheitsrelation), Atommodelle (Linienstrahlung, Bohr'sches Atommodell), Quanteninterferenz
3. Einführung in die Quantenmechanik: Schrödingergleichung, Anwendungen Schrödingergleichung (freie Teilchen, Kastenpotential, Harmonischer Oszillator, Kugelsymmetrische Potentiale)
4. Wasserstoffatom: Schrödingergleichung für das Wasserstoffatom (Lösung des Radialteils, Quantenzahlen), H-Atom im Magnetfeld (normaler Zeeman-Effekt, Elektronenspin, Feinstruktur, anomaler Zeeman-Effekt), komplette Beschreibung H-Atom (Hyperfeinstruktur, Relativistische Korrekturen)
5. Mehrelektronen-Atome: Pauli-Prinzip; Helium-Atom; Periodensystem (Drehimpulskopplung)
6. Kopplung em-Strahlung Atome: Einstein-Koeffizienten, Matrixelemente; Auswahlregeln; Lebensdauern; Röntgenstrahlung; Laser
7. Moleküle: H2-Molekül; Chemische Bindung; Rotation und Schwingung; elektronische Übergänge; Hybridisierung
8. Statistische Mechanik: Wahrscheinlichkeit einer Verteilung; Maxwell-Boltzmann-, Bose-Einstein- und Fermi-Dirac-Verteilung; Beispiele und Anwendungen (Planck'sche Strahlungsformel, spezifische Wärmekapazität, Elektronengas im Metall und Halbleiter, niederdimensionale Ladungsträgersysteme)
9. Festkörperphysik: Struktur von Kristallen, Gitterschwingungen, Energiebänder, Halbleiterdetektoren, Supraleitung, Magnetismus

10. Kernphysik und Radioaktivität: Eigenschaften der Kerne und ihre modellhafte Beschreibung, radioaktive Zerfälle und Strahlenschutz, Kernreaktionen, Kernspaltung und Kernfusion 11. Elementarteilchen: Übersicht und Klassifizierung; Instabilität, Erhaltungssätze und Symmetrie, Quarkmodell der Hadronen
Lehrformen Vorlesung, Übung
Prüfungsformen mündliche Prüfung von 45 min
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung. Als Vorleistung ist ein Übungsschein aus mindestens einem der beiden Semester (Erreichen von insgesamt mind. 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben sowie eine aktive Beteiligung in der Übung ist obligatorisch) nachzuweisen. Die Übungsscheine haben eine Gültigkeit von 3 Jahren.
Verwendung des Moduls Pflichtmodul
Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Prof. Dr. Böhmer
Sonstige Informationen Die Prüfung kann von allen Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten des Instituts für Experimentalphysik der Fakultät für Physik und Astronomie durchgeführt werden. Die mündlichen Prüfungen werden halbjährlich angeboten. In der mündlichen Prüfung ist mindestens eine Übungsaufgabe aus einem der beiden Semester Gegenstand der Prüfung.

Modul 4a Praktikum

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	12 CP	360 h	1.-3. Sem.	WiSe & SoSe	3 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Physikalisches Praktikum für Studierende der Physik b) Seminare S1-S3	a) 100 h b) 20 h	a) 200 h b) 40 h	a) 12 b) unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal:
Teil I und Teil II: Die Teilnahme am Physikalischen Praktikum Teil I und Teil II setzt die erfolgreiche Teilnahme am Modul „Physik I“ oder „Physik II“ voraus.
Teil III: Die Teilnahme an Teil III des Physikalischen Praktikums setzt den erfolgreichen Abschluss von Teil I oder Teil II voraus
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- physikalische Problemstellungen, Beobachtungen und Zusammenhänge mündlich und schriftlich fachsprachlich angemessen erläutern und diskutieren.
- die Bedeutung experimenteller Beobachtung und induktiver Erkenntnisgewinnung für die Entwicklung naturwissenschaftlicher Modelle und Theorien an Beispielen beschreiben und reflektieren.
- grundlegende Arbeitsweisen des experimentellen Arbeitens anwenden, insbesondere den Umgang mit exemplarischen Versuchsaufbauten, Messgeräten und Versuchsanleitungen.
- experimentelle Effekte gezielt beobachten, qualitativ beschreiben und mit physikalischen Konzepten in Beziehung setzen.
- Messwerte systematisch erfassen, darstellen, interpretieren und im Hinblick auf die zugrunde liegende Fragestellung diskutieren.
- grundlegende Konzepte der Messunsicherheit anwenden, Messergebnisse mit geeigneten Unsicherheitsangaben darstellen und deren Aussagekraft einordnen.
- Zusammenhänge zwischen verschiedenen Teilgebieten der Physik erkennen und exemplarisch erlernte Messmethoden auf neue physikalische Problemstellungen übertragen.
- im Rahmen kleiner forschungsorientierter Projekte (Teil III) einfache Fragestellungen entwickeln, experimentell bearbeiten und ihre Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren und präsentieren.
- die im Modul erworbenen experimentellen, dokumentarischen und reflektierenden Kompetenzen als Vorbereitung auf weiterführende Praktika, insbesondere das SOWAS-Praktikum, nutzen.

Inhalt
Praktikum Teil I: Versuche zur Mechanik und Wärmelehre (je 0,5 CP; benotet)
Praktikum Teil II: Versuche zur Optik und Elektrizitätslehre (je 0,5 CP; benotet)
Praktikum Teil III: 3 Kleinprojekte „Forschendes Lernen“ (je 1 CP; benotet)

Pflichtveranstaltungen (je nach Praktikumsteil):
Seminar S1: Sicherheitsunterweisung und Einführung in die Analyse von Unsicherheiten (0,5 CP; unbenotet)
Seminar S2: Einführung in die elektronische Datenauswertung mit Python (0,5 CP; unbenotet)
Seminar S3: Strahlenschutzunterweisung und Einführung in eLabFTW (0,5 CP; unbenotet)
Weitere Informationen unter
http://praktikum.physik.rub.de/fachspezifische_informationen/physik

Lehrformen praktische Übungen

Prüfungsformen Protokolle, Laborbuch, Kolloquium

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Erfolgskriterien im Physikalischen Praktikum:

1. Mündliches Antestat 2. Versuchsdurchführung 3. Anfertigung eines Protokolls (Teil I und Teil II) / Laborbuch (Teil III) mit Abtestat 4. Teilnahme an einem speziellen Kolloquium/Parcours (2 CP; benotet) am Ende des Praktikums 5. Benotung: Protokolle und Laborbuch 70% und Kolloquium/Parcours 30% der Gesamtnote
Verwendung des Moduls Pflichtmodul
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Dr. Meyer
Sonstige Informationen

Modul 4b SOWAS-Praktikum

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	4 CP	120 h	4. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
c) SOWAS (Labor) d) SOWAS (Projektseminar)	a) 80 h b) 20 h	a) – b) 20 h	Studierende c) 3 4 d) Unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal:
erfolgreich absolviertes Modul „Praktikum“
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- sind Studierende in der Lage, physikalische Problemstellungen und Zusammenhänge mündlich und schriftlich unter Verwendung der Fachsprache zu erläutern
- haben die Studierenden einen ersten Eindruck davon bekommen, welche fundamentale Bedeutung das „induktive“ Erfassen von Naturphänomenen für den Fortschritt der Naturwissenschaften hat. Das persönlich (selbständig) durchgeführte Experiment dient dem Verstehen durch „Begreifen“
- beherrschen die Studierenden die Grundzüge experimentellen Arbeitens, die an exemplarischen Versuchsthemen und –aufbauten erprobt und geübt werden
- sind die Studierenden in Lage, physikalische Experimente auf der Basis von Versuchsvorschriften/-anleitungen eigenständig durchzuführen, Effekte zu beobachten und qualitativ zu beschreiben, Messerwerte zu registrieren, diese zu interpretieren, zu dokumentieren und zu diskutieren
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Fehleranalyse
- können Studierende Zusammenhänge zwischen verschiedenen Teilbereichen der Physik erkennen und die an exemplarischen Fragestellungen erlernten physikalischen Messmethoden auf andere Problemstellungen anwenden

Inhalt
Projektpraktikum SOWAS Weitere Informationen unter
https://praktikum.physik.ruhr-uni-bochum.de/fachspezifische-informationen/physik/sowas/

Lehrformen praktische Übungen

Prüfungsformen Präsentation

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Erfolgskriterien im SOWAS-Praktikum:
1. Regelmäßige Teilnahme an den Sitzungen der SOWAS-Gruppe und an den durch die Gruppe gebuchten Laborterminen
2. Anfertigung eines Laborbuchs
3. Anfertigung einer Abschlusspräsentation (Poster)

Benotung: 50% Poster und 50% mündliche Leistung im Rahmen der Präsentation

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Dr. Meyer

Sonstige Informationen

Modul 5 Mathematische Methoden

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	8 CP	240 h	1. & 2. Sem.	WiSe & SoSe	2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Mathematische Methoden b) Lerngruppe Mathematische Methoden	a) 66 h b) 44 h	a) 120 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: Die Teilnahme am Physik-Vorkurs vor Semesterbeginn wird empfohlen.

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis der für die Physik erforderlichen mathematischen Methoden
- sind sich Studierende über die Möglichkeiten der mathematischen Modellbildung bewusst
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Matrizenrechnung, Vektoranalysis und der Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen
- sind Studierende mit zahlreichen Standardanwendungen vertraut
- können Studierende Zusammenhänge zwischen physikalischen Problemstellungen und deren mathematischen Formulierungen erkennen und geeignete Methoden zur Lösung auswählen und anwenden

Inhalt
Mathematische Methoden I:
Rechnen mit komplexen Zahlen, Vektoren und Matrizen, partielle und totale Ableitung, krummlinige Koordinatensysteme, Taylorentwicklung, Vektoranalysis (kartesische Koordinaten) Mathematische Methoden II:
gewöhnliche Differentialgleichungen, Vektoranalysis (krummlinige Koordinaten), Integralsätze, Delta-Funktion, Fourier-Reihen

Lehrformen Vorlesung, Lerngruppe

Prüfungsformen Klausur von 180 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung. Sie besteht aus zwei Teilklausuren, die am Ende der „Mathematischen Methoden I“ und am Ende der „Mathematischen Methoden II“ geschrieben werden. Wenn eine Teilklausur (z.B. aus Krankheitsgründen) nicht geschrieben werden kann oder in der Summe weniger als 50 % der Klausurpunkte erworben werden, besteht die Möglichkeit, den Leistungsnachweis in einer Nachhol-Klausur zum Ende des Sommersemesters zu erwerben. Sie deckt den gesamten Stoffumfang der Vorlesung ab.

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote unbenotet, geht nicht in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan, PD. Dr. Krebs, Dr. Lechermann

Sonstige Informationen:

Modul 6 Klassische Theoretische Physik (Mechanik, Elektrodynamik)

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	14 CP	420 h	2. & 3. Sem.	SoSe & WiSe	2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
im SoSe: a) Vorlesung Klassische Theoretische Physik I (Mechanik) b) Übung Klassische Theoretische Physik I im WiSe: a) Vorlesung Klassische Theoretische Physik II (Elektrodynamik) b) Übung Klassische Theoretische Physik II	a) 88 h b) 44 h	288 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse aus Physik I und II sind wünschenswert
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- sind Studierende mit der Formulierung physikalischer Modelle und ihre mathematische Formulierung im Bereich der theoretischen Mechanik und Elektrodynamik vertraut
- sind sich Studierende über die Möglichkeiten des Umgangs mit Differentialgleichungen als Werkzeug zur Beschreibung physikalischer Prozesse bewusst
- können Studierende Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Konzepten der theoretischen Mechanik und Elektrodynamik erkennen und erfolgreich anwenden

Inhalt
Klassische Theoretische Physik I:
Mechanik eines Massenpunktes, Zwangsbedingungen, Lagrange und Hamiltonformalismus, Hamilton-Jacobi, Starrer Körper, Spezielle Relativitätstheorie

Klassische Theoretische Physik II:
Mathematische Vorbemerkungen, Elektrostatik, Magnetostatik, Maxwell-Gleichungen, Elektromagnetische Wellen und Strahlung, Kovariante Formulierung der Maxwell-Theorie, Elektrodynamik in Materie

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen mündliche Prüfung von 45 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung. Als Vorleistung ist ein Übungsschein aus mindestens einem der beiden Semester (Erreichen von insgesamt mind. 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben sowie eine aktive Beteiligung in der Übung ist obligatorisch) nachzuweisen.
Die Übungsscheine haben eine Gültigkeit von 3 Jahren.

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Prof. Dr. Scherer

Sonstige Informationen:

Die Prüfung kann von allen Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten des Instituts für Theoretische Physik der Fakultät für Physik und Astronomie durchgeführt werden. Die mündlichen Prüfungen werden halbjährlich angeboten. In der mündlichen Prüfung ist mindestens eine Übungsaufgabe aus einem der beiden Semester Gegenstand der Prüfung.

Modul 7 Quantenmechanik/Quantum Mechanics

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	6 CP	180 h	4. Sem.	SoSe/WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
Vorlesung Quantenmechanik/Quantum Mechanics Übung zur Quantenmechanik/Quantum Mechanics	a) 44 h b) 22 h	114 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse aus der Physik I-III und der Klassischen Theoretischen Physik werden vorausgesetzt
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Quantenmechanik und exemplarische Elemente der Statistischen Physik (z.B. Gesamtheiten)
- können die Studierenden die Abstraktionsprozesse in der Quantenmechanik (z.B. Welle-Teilchen-Dualismus, Interpretation von Wellenfunktionen, Hilbert-Raum) nachvollziehen
- sind die Studierenden mit der mathematischen Beschreibung der Quantenmechanik (Dirac-Formalismus) vertraut
- können Studierende typische Probleme der Quantenmechanik lösen

Inhalt
Quantenmechanik:
Grundbegriffe, Schrödingergleichung, eindimensionale Systeme, Näherungsverfahren, formale Struktur der Quantenmechanik, dreidimensionale Systeme, Störungsrechnung

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Klausur von 180 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Prof. Dr. Sulpizi

Sonstige Informationen Die Unterrichtssprache ist im SoSe deutsch, im WiSe englisch.

Modul 8 Mathematik I

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	1. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Mathematik 1 für Physik b) Übung Mathematik 1 für Physik	a) 44 h b) 22 h	204 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: der Besuch des mathematischen Vorkurses vor Semesterbeginn wird empfohlen.

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- Kennen die Studierenden die grundlegenden Begriffe der eindimensionalen Analysis wie Funktion, Grenzwert oder Ableitung und können sie erläutern
- sind sie mit mathematischen Argumentationsweisen und dem Kalkül vertraut und können einfache Beweise selbständig formulieren
- kennen Studierende die grundlegenden Rechentechniken der Differential- und Integralrechnung und können diese anwenden
- sind mit verschiedenen Möglichkeiten zur exakten oder näherungsweisen Lösung von Gleichungen vertraut und können geeignete Methoden auswählen und anwenden
- können sie Voraussetzungen mathematischer Sätze in konkreten Situationen überprüfen und mit Hilfe der Sätze in konkreten Situationen Schlussfolgerungen ziehen

Inhalt
Die Physik und andere Naturwissenschaften benutzen zur Beschreibung der Natur oft die Sprache der Mathematik. Die Studierenden sollen die grundlegenden Begriffsbildungen und Techniken der Analysis kennen und anwenden lernen. Dabei geht es insbesondere um Mengen und Aussagen, Vollständige Induktion, reelle und komplexe Zahlen, konvergente Folgen und Reihen, Stetigkeit, trigonometrische Funktionen, Exponentialfunktion und Logarithmus, Differenzierbarkeit, Taylorreihen und Potenzreihen, Mittelwertsatz und Extrema, bestimmte Integrale und Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Integrationsregeln und uneigentliche Integrale.

Lehrformen Vorlesung, zentrale Übung, Übung

Prüfungsformen Klausur von 120 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, die bessere Note von Mathematik I und Mathematik II geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Dr. Härterich

Sonstige Informationen Auf Antrag und nach Rücksprache mit dem Studienberater kann die Kombination der Module Mathematik I, II und III durch die Kombination der Module Analysis I und II und Lineare Algebra und Geometrie I und II ersetzt werden. Für einen erfolgreichen Modulabschluss sind der regelmäßige Besuch der Lehrveranstaltungen sowie eine gewissenhafte Beschäftigung mit den Übungsaufgaben unabdingbar.

Modul 9 Mathematik II

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	2. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Mathematik 2 für Physik b) Übung Mathematik 2 für Physik	a) 44 h b) 22 h	204 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: der Besuch der Veranstaltung Mathematik I wird empfohlen
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte zu Vektorräumen und linearen Abbildungen und können sie an konkreten Beispielen reeller und komplexer Vektorräume erklären
- können sie diese Konzepte nutzen, um selbständig mathematische Aussagen und Begründungen zu formulieren
- können sie algorithmische Methoden aus dem Bereich der linearen Algebra (Lösen lineare Gleichungssysteme und linearer Differentialgleichungen, Berechnung von inversen Matrizen, Determinanten und Eigenwerten) erklären und anwenden
- kennen Studierende insbesondere Funktionenräume als Beispiele unendlich-dimensionaler Vektorräume
- kennen Studierende den Zusammenhang zwischen linearen Abbildungen, der Wahl von Koordinatensystemen und der Matrixdarstellung der Abbildungen

Inhalt
Die Vorlesung befasst sich mit Linearer Algebra. Sie bildet die Grundlage für das Rechnen in höherdimensionalen Räumen und hat viele Anwendungen, beispielsweise beim Lösen von linearen Gleichungssystemen oder bei Koordinatentransformationen in besonders günstige Koordinatensysteme. Insbesondere geht es um

1. Vektorräume und Unterräume; lineare Unabhängigkeit; Erzeugendensysteme, Basen und Dimension; direkte Summen
2. Lineare Abbildungen; Dimensionsformel,
3. Matrizen; Rang einer Matrix; Matrixdarstellung linearer Abbildungen; lineare Gleichungssysteme;
4. Determinanten; multilineare Abbildungen; Determinanten von Matrizen;
5. Eigenwerte und Eigenvektoren; charakteristisches Polynom; Diagonalisierbarkeit;
6. Lineare Differentialgleichungen; lineare Differentialgleichungen höherer Ordnung und Systeme linearer Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten;
7. Euklidische und unitäre Vektorräume: Skalarprodukte; Gram-Schmidt‘sches Orthonormalisierungsverfahren; normale (selbstadjungierte und symmetrische) Endomorphismen; Spektralsätze und Hauptachsentransformation.

Lehrformen Vorlesung, zentrale Übung, Übung

Prüfungsformen Klausur von 120 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, die bessere Note von Mathematik I und Mathematik II geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Prof. Dr. Bramham

Sonstige Informationen Auf Antrag und nach Rücksprache mit dem Studienberater kann die Kombination der Module Mathematik I, II und III durch die Kombination der Module Analysis I und II und Lineare Algebra und Geometrie I und II ersetzt werden. Für einen erfolgreichen Modulabschluss sind der regelmäßige Besuch der **Lehrveranstaltungen** sowie eine gewissenhafte Beschäftigung mit den Übungsaufgaben unabdingbar.

Modul 10 Mathematik III

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	3. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung Mathematik 3 für Physik und Geophysik b) Übung Mathematik 3 für Physik und Geophysik	a) 44 h b) 22 h	182 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: der Besuch der Veranstaltungen Mathematik I und II wird empfohlen
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die Grundbegriffe der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung und können mit Hilfe dieser Begriffe selbständig mathematische Aussagen und Argumentationen formulieren
- können sie Extremwertprobleme in mehreren Variablen mit und ohne Randbedingungen systematisch lösen
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Kurvenintegrale und können entscheiden, ob der Wert des Integrals vom Weg abhängt
- sind sie mit den Regeln zur mehrdimensionalen Integration vertraut
- können die Transformationsformel für Polar-, Kugel und Zylinderkoordinaten und für allgemeinere Koordinatentransformationen anwenden
- können Studierende die Integralsätze von Green, Gauß und Stokes formulieren und in konkreten Situationen anwenden

Inhalt
Die Vorlesung befasst sich mit der Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher. Dabei geht es um Differentialrechnung im Rn sowie um die Differentiation in normierten Vektorräumen, höhere Ableitungen und Taylorformel, Anwendung auf Bestimmung von Extrema mit und ohne Nebenbedingungen, Kurvenintegrale, Integration im Rn und Rechenregeln der Integration (Satz von Fubini, Transformationsformel), Vektoranalysis und Integralsätze im R2 und R3.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Klausur von 120 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Pflichtmodule

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Prof. Dr. Bramham

Sonstige Informationen Auf Antrag und nach Rücksprache mit dem Studienberater kann die Kombination der Module Mathematik I, II und III durch die Kombination der Module Analysis I und II und Lineare Algebra und Geometrie I und II ersetzt werden. Für einen erfolgreichen Modulabschluss sind der regelmäßige Besuch der **Lehrveranstaltungen** sowie eine gewissenhafte Beschäftigung
mit den Übungsaufgaben unabdingbar.

Modul 11 Lerngruppenleitung

	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3.-5. Sem.	Turnus jedes Semester	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Seminar: Workshop "Lerngruppenleitung" b) Lerngruppe zu Physik I/II, Mathematische Methoden (MM), Physik für Biologie oder Physik für Maschinenbau c) Seminar: Lerngruppenleitung			Kontaktzeit a) 10 h b) 22 h c) 22 h	Selbststudium 56 h	Gruppengröße Studierende a) 30 b) 30 c) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Nachweis des jeweiligen Moduls, in dem die Lerngruppe geleitet wird (Physik I/II oder MM)
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Gruppenleitung und der Arbeit im Team
- haben Studierende ein Grundverständnis über die Anwendung der Prinzipien der minimalen Hilfestellung
- können Studierende eine Lerngruppe planen und durchführen
- sind Studierende mit Vermittlung von physikalischem Fachwissen vertraut

Inhalt

a) In dem einführenden Workshop werden die grundlegenden methodischen Fähigkeiten vermittelt. Lösungen für Herausforderungen im Umgang mit Gruppen stehen im Vordergrund. Die Aktivierung der Teilnehmer/-innen zum Selbststudium, die Kanalisierung von Beteiligungsanteilen und auch der Umgang mit Störenfrieden werden theoretisch analysiert und praktisch geübt. Ein zweiter Fokus liegt auf den Präsentationsund Moderationsfähigkeiten.
b) In den Lerngruppen wird das erworbene Wissen praktisch angewendet. Jeweils zwei Lern-gruppenleiter/-innen sind für eine Lerngruppe verantwortlich. Ziel der Lerngruppen ist es, die Teilnehmer/-innen optimal beim selbständigen Erlernen des Stoffes zu unterstützen. Die Methoden zur Wissensvermittlung kann das Lerngruppenteam frei wählen. Die Lerngruppen-leiter/-innen sind explizit nicht für die fachliche Vermittlung von Inhalten verantwortlich. Die fachliche Verantwortung liegt bei der/dem jeweiligen Modulbeauftragten, dessen Übungsgruppe unterstützt wird.
c) Das Seminar dient neben der Reflektion vor allem der Vorbereitung auf die nächste Lerngruppe. Die Aufgaben werden von den Studierenden vorgestellt und analysiert. Der Fokus liegt hierbei auf den verschiedenen Lösungsansätzen, der Herausarbeitung möglicher Probleme und Strategien zur Aktivierung der Teilnehmer/-innen der Lerngruppen. Es werden außerdem Erfahrungen aus den Lerngruppen diskutiert.

Lehrformen Seminar, Übungen

Prüfungsformen praktische Prüfung

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Aktive Teilnahme an den Seminaren (>75 %), Anleiten einer Lerngruppe (> 75 %)

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote unbenotetes Modul, geht nicht in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Dr. Fornefeld, Dr. Lechermann, Dr. Kopf

Sonstige Informationen

Modul 12 Einführung in wissenschaftliches Arbeiten

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	5 CP	150 h	5. & 6. Sem.	Ab WiSe 26/27 jedes Semester	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Einführung in wissenschaftliches Arbeiten b) Übung zur Einführung in wissenschaftliches Arbeiten	a) 22 h b) 22 h	106 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis zum Erstellen, Strukturieren und Präsentieren einer wissenschaftlichen Arbeit
- sind sich Studierende über die Möglichkeiten bei der Literaturrecherche sowie bei der Versionsverwaltung bewusst
- sind mit den Grundzügen des Programms LaTeX vertraut
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Programmiersprachen C++ und Python

Inhalt

a) Es werden die grundlegenden und methodischen Fähigkeiten der Literaturrecherche, das Erstellen einer Abschlussarbeit, eine Einführung in LaTeX sowie in die Programmiersprachen C++ und Python, das Halten von wissenschaftlichen Vorträgen, die Theorie des wissenschaftlichen Arbeitens sowie nützliche Software (insbesondere zur Versionsverwaltung) behandelt.
b) Die Übungen dienen der Reflektion und der Anwendung der in der Vorlesung gelernten Kompetenzen. Hier werden z. B. Textpassagen (Einleitung, Fazit) diskutiert oder Abschlussarbeiten analysiert. Im Vordergrund stehen hier der Austausch untereinander und das Feedback durch den Modulbeauftragten sowie die konkrete **Vorbereitung** auf die Bachelor-Arbeit.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen praktische Übung

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten aktive Teilnahme an der Vorlesung, aktive Teilnahme an den Übungen (>75 %), Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote unbenotetes Modul, geht nicht in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Dr. Eichmann

Sonstige Informationen

Modul 13 Methodenkenntnis und Projektplanung

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	13 CP	390 h	6. Sem.	WiSe & SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Praktische Übung b) Seminar	a) 300 h b) 22 h	68 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal:
Zulassung zur Bachelorarbeit ist erfolgt, d.h.

- Nachweis aller Pflichtmodule (104 CP) mit Ausnahme der beiden Pflichtmodule „Methodenkenntnis und Projektplanung (B.Sc.)“ und „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“
- Nachweis von Wahlpflicht – und Wahlmodule im Umfang von mindestens 28 CP
- Nachweis von mindestens einem Wahlpflichtmodul (9 CP).

Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- sind die Studierenden mit den wichtigsten, für die individuell anzufertigende Abschlussarbeit notwendigen Experimentiergeräten, theoretischen Modelle bzw. Computercodes vertraut
- haben Studierende ein Grundverständnis über die wissenschaftlichen Fragestellungen in dem gewählten Schwerpunkt
- kennen Studierende die Grundzüge des Zeitmanagements und der Projektarbeit
- können die Studierenden die anstehende Bachelorarbeit zeitlich und inhaltlich planen

Inhalt

a) In den praktischen Übungen werden die notwendigen konkreten Arbeitsmethoden der Gruppe erlernt. Nach einer intensiven Einarbeitungsphase haben die Studierenden die Möglichkeit, sich an der Konkretisierung ihres Themas für die Bachelorarbeit einzubringen. Zusätzlich wird ein Zeitplan für die Durchführung der Bachelorarbeit erstellt und auf die Umsetzbarkeit überprüft.
b) Das Seminar dient der Erarbeitung eines konkreten Themas für die Bachelorarbeit. Zu Beginn des Seminars werden verschiedene Themen von den Betreuern/-innen ausgegeben und innerhalb der Seminarreihe werden einzelne Themen erarbeitet.

Lehrformen praktische Übung, Seminar

Prüfungsformen Vortrag

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten aktive Teilnahme an den praktischen Übungen, Einzelvortrag

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote unbenotetes Modul, geht nicht in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten der Fakultät für Physik und Astronomie. Auf Antrag können ggf. weitere Prüfer zugelassen werden.

Sonstige Informationen Das Modul gehört inhaltlich und fachlich zum Modul „Bachelor-Arbeit“. Beide Module werden bei dem gleichen Lehrenden absolviert. Das Modul kann in einem beliebigen Fachbereich absolviert werden. Mit der Anmeldung zur Bachelor-Arbeit beginnt die Vorbereitungszeit von 12 Wochen, die das Modul „Methodenkenntnis und Projektplanung“ umfasst. Am Ende der Vorbereitungszeit muss der Modulschein zusammen mit der Aufgabenstellung beim Prüfungsamt eingereicht werden.

Modul 14 Bachelorarbeit

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	12 CP	360 h	6. Sem.	WiSe & SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Abschlussarbeit	300 h	60 h	

Teilnahmevoraussetzungen
Formal:
Die Pflichtmodule „Methodenkenntnis und Projektplanung“ und „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“ sind nachzuweisen.
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis über wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen
- können Studierende unter Anleitung innerhalb einer vorgegebenen Frist mit wissenschaftlichen Methoden physikalische Fragestellungen analysieren und definierte Probleme lösen
- sind sich Studierende über die Anforderungen einer sachgerechten, schriftlichen Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse bewusst
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der selbstständigen Arbeitsorganisation
- sind Studierende mit der adäquaten Literaturrecherche, Zitation von Quellen und den Prinzipien guter wissenschaftlicher Praxis vertraut

Inhalt
Aufbau eines Experiments bzw. eines theoretischen Modells, Durchführung der Experimente bzw. der Rechnungen/Simulationen, Analyse der Ergebnisse, Optimierung der Prozesse, Dokumentation der Verfahrensschritte jeweils unter Anleitung der Themenstellerin bzw. des Themenstellers. Die Aufgabenstellung ist so zu formulieren, dass sie innerhalb von 10 Wochen mit einem Arbeitsaufwand im Umfang von 12 CP bearbeitet werden können.

Lehrformen wissenschaftliche Arbeit

Prüfungsformen schriftliche Prüfungsarbeit

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten der Fakultät für Physik und Astronomie. Auf Antrag können ggf. weitere Prüfer zugelassen werden.
Die Liste der aktuellen Themensteller*innen für Abschlussarbeiten finden Sie in unserem Moodlekurs „Physikstudium-Info“.

Sonstiges

Modul 15 (Wahlpflichtmodule für die Schwerpunkte in alphabetischer Reihenfolge)

Modul 15a Einführung in die Astrophysik

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 4. Sem.	SoSe	1-2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Introduction to Astrophysics b) Übung zu Introduction to Astrophysics c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Astrophysik/Astronomie)	a) 44 h b) 22 h c) 21 h	183 h	a) unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse der Physik I-III sind wünschenswert
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die zentralen Begriffe, Theorien und Forschungsbereiche der modernen Multiwellenlängen- und Multimessenger-Astrophysik
- sind Studierende in der Lage, die verschiedenen messtechnischen und modellbildenden Methoden der Astrophysik auf einfache Beispiele anzuwenden
- analysieren und bewerten Studierende fachwissenschaftliche Inhalte und kommunizieren diese differenziert mündlich und schriftlich
- kennen und begründen Studierende die Bedeutung der Physik und Astronomie für die Gesellschaft und die Wichtigkeit internationaler Forschungskollaborationen

Inhalt
Methoden und Ergebnisse der Astrophysik werden an ausgewählten Beobachtungsphänomenen eingeführt und in Zusammenhang mit aktuellen Forschungsergebnissen dargestellt. Zu den vermittelten Themenbereichen gehören u.a.: Grundlagen der beobachtenden Kosmologie, Strukturbildung im Kosmos, Aktive Galaktische Kerne, Dunkle Materie, Strahlungsprozesse, Strahlungstransport, Gravitationslinsen, Stellardynamik, Zustandsgrößen der Sterne, solare Neutrinos, Phasen des interstellaren Mediums, Akkretionsscheibenphysik, Pulsare. Im Fortgeschrittenen-Praktikum werden anhand von konkreten Problemstellungen u.a. grundlegende Scientific-Computing und Programmierkenntnisse erlangt.

Lehrformen Vorlesung, Übung, praktische Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.

Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Hildebrandt

Sonstige Informationen Die Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

Modul 15b Einführung in die Biophysik

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 5. Sem.	WiSe nicht im WiSe 26/27	1-2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Introduction to Biophysics b) Übung zu Introduction to Biophysics c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Biophysik)	a) 44 h b) 22 h c) 21 h	183 h	a) unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse der Physik I-III sind wünschenswert
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis für die molekularen Strukturen lebender Materie
- können die Studierenden die Zusammenhänge zwischen den in der Experimentalphysik und Theoretischen Physik erworbenen Grundkenntnissen und der Untersuchung von biologischen Systemen erkennen, und diese zur Beschreibung von Gleichgewichten und Reaktionen nutzen
- sind mit den grundlegenden physikalischen Methoden zur Untersuchung molekularer biologischer Vorgänge vertraut
- sind in der Lage, biophysikalische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu protokollieren, und die Ergebnisse im wissenschaftlichen Kontext zu diskutieren
- haben Studierende einen ersten Einblick in aktuelle Forschungsthemen in der molekularen Biophysik an der Ruhr-Universität Bochum erhalten
- können Studierendesichfachwissenschaftliche **Inhalt**e, Theorien und Methodenangeleitet und selbstständig erarbeiten, und diese mündlich und schriftlich kommunizieren

Inhalt
- Struktur biologischer Materie: Vom Atom zum Protein
- Spektroskopische Methoden
- Proteinstrukturbestimmungsmethoden (Röntgenkristallographie, NMR, Elektronenmikroskopie)
- Grundlagen der Reaktionskinetik und Elektrochemie

Lehrformen Vorlesung, Übung, praktische Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.

Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Hofmann

Sonstige Informationen Die Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Die Prüfungssprache ist

wahlweise Deutsch oder Englisch.

Stand 31.07.2026: Die Veranstaltung „Introduction to Biophysics“ wird im WiSe 26/27 nicht an der RUB angeboten. Bitte nehmen Sie Kontakt zu Ihrem Studienfachberater auf, wenn Sie Interesse an der Biophysik haben

Modul 15c Einführung in die Festkörperphysik

	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Introduction to Solid State Physics I b) Übung zu Introduction to Solid State Physics I c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Festkörperphysik)			Kontaktzeit a) 44 h b) 22 h c) 21 h	Selbststudium 183 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2
Teilnahmevoraussetzungen **Formal**: keine **Inhalt**lich: Grundkenntnisse der Physik I-III sind wünschenswert **Vorbereitung**: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende ein Grundverständnis, wie klassische und quantenmechanische Vorgänge makroskopische und mikroskopische Festkörpereigenschaften bedingen • sind sich Studierende über die Möglichkeiten der allgemeinen Konzepte bewusst, aus den physikalischen Basismethoden die optischen, thermischen und elektronischen Eigenschaften von Festkörpern abzuleiten und mindestens qualitativ zu verstehen • kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Übertragung der Quantenmechanik auf festkörperphysikalische Systeme • sind mit Beugungsphänomenen im Orts- und Impulsraum vertraut • können Studierende Zusammenhänge zwischen Atomphysik und Festkörperphysik in Bezug auf elektronische, phononische und photonische Bandstrukturen erkennen und anwenden					
Inhalt - Geometrische Struktur des Festkörpers - (ideale Kristalle, Fehlordnung, reziprokes Gitter, Kristallstrukturbestimmung mittels Beugung, Bindungsverhältnisse) - Dynamik des Kristallgitters - (Gitterschwingungen, Phononen, Bose-Einstein-Verteilung, thermische Eigenschaften des Nichtleiters, Streuexperimente) - Elektronen im Festkörper - klassisches freies Elektronengas, Fermi-Dirac-Verteilung, elektrische Leitfähigkeit, thermische Eigenschaften von Leitern, metallische Bindung, Ladungsträger im Magnetfeld, Bändermodell, experimentelle Bestimmung der Bandlücken, Halbleiter, thermische Anregung von Ladungsträgern, effektive Masse, Löcherleitung, Störstellenleitung, pn-Übergang					
Lehrformen Vorlesung, Übung, praktische Übung					
Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest.					
Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.					

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.
Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul
Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Böhmer, Prof. Dr. Liebscher
Sonstige Informationen Die Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

Modul 15d Einführung in die Kern- und Teilchenphysik

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab dem 5. Semester	Winter	1-2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung Introduction to Nuclear and Particle Physics b) Übung zu Introduction to Nuclear and Particle Physics c) Advanced Laboratory Course for Physics Students (drei Versuche aus der Kern- und Teilchenphysik)	a) 44 h b) 22 h c) 21 h	183 h	a) Unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal Keine
Inhaltlich Kenntnisse der Physik I–III (Bachelor) werden vorausgesetzt.
Vorbereitung Keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls

- verfügen die Studierenden über ein grundlegendes Verständnis des Aufbaus der Materie und ihrer Wechselwirkungen sowie der Radioaktivität
- kennen die Studierenden mögliche Anwendungen kernphysikalischer Prozesse in Technik und Medizin
- kennen die Studierenden die grundlegenden Konzepte der elektromagnetischen, schwachen und starken Wechselwirkung
- sind die Studierenden mit allgemeinen Messverfahren und -methoden vertraut und können Vor- und Nachteile kernphysikalischer und radioaktiver Prozesse beurteilen
- erkennen die Studierenden Zusammenhänge zwischen Prozessen im Universum sowie in der Kern- und Teilchenphysik
- können die Studierenden die Ergebnisse kernphysikalischer und radioaktiver Prozesse in einen übergeordneten Kontext einordnen

Inhalt
Kernphysikalische Prozesse im Universum, Aufbau der Materie aus Elementarteilchen – das Standardmodell der Teilchenphysik, Aufbau und Beschreibung von Atomkernen, relativistische Schwerionenphysik, Wechselwirkung von Teilchen mit Materie und darauf basierende Detektoren, Einführung in die Quantenfeldtheorie, Prozesse der starken und elektroschwachen Wechselwirkung, Streu- und Zerfallsexperimente, Teilchenbeschleuniger, Anwendungen der Kern- und Teilchenphysik in Technik und Medizin, Radioaktivität und Strahlenexposition, Auswertung von Experimenten.

Lehrformen Vorlesung, Übungen, praktische Übungen (Laborpraktikum)

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt die Lehrperson die Prüfungsform für die Vorlesung fest (90-minütige schriftliche Prüfung, 45-minütige mündliche Prüfung oder Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Teilnahme an den Übungen). Das Fortgeschrittene Laborpraktikum wird durch die Durchführung der praktischen Übungen und die Anfertigung von Protokollen geprüft.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Abhängig von der festgelegten Prüfungsform: Bestehen der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung oder Erreichen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungen. In diesem Fall ist zudem die aktive Teilnahme an den Übungen verpflichtend. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Zusätzlich muss das Fortgeschrittene Laborpraktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP gewichtet in die Modulnote ein.

Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtet nach Credit Points
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Mikhasenko

Modul 15e Einführung in die Plasmaphysik

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 4. Sem.	SoSe	1-2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Introduction to Plasma Physics b) Übung zu Introduction to Plasma Physics c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Plasmaphysik)	a) 44 h b) 22 h c) 21 h	183 h	a) unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse der Physik I-III sind wünschenswert
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis über die wesentlichen Merkmale eines Plasmas und die Beschreibungsformen von Plasmen mit dem Einzelteilchenbild, der kinetischen Beschreibung und der Fluidbeschreibung
- sind sich Studierende über die Anwendungen von Plasmen im Bereich der Niedertemperatur und der Hochtemperaturplasmen mit ihren Einschlusskonzepten bewusst
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Plasmagleichgewichte
- sind mit Dynamik von Plasmen vertraut
- können Studierende Zusammenhänge zwischen Plasmaheizung und Plasmaeigenschaften erkennen und physikalische Messmethoden auf bekannte Problemstellungen anwenden

Inhalt
Grundkonzepte und Plasmadefinition, Einzelteilchen in Magnetfeldern, Stoßwechselwirkungen, Hydrodynamik, Magnetohydrodynamik, kinetische Theorie, Randschichten, Wellen in Plasmen, Grundlagen der kontrollierten Fusion, spezielle Entladungsformen

Lehrformen Vorlesung, Übung, praktische Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.

Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Golda, Prof. Dr. van Helden

Sonstige Informationen Die Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

Modul 15f Einführung in die theoretische Astrophysik

	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 5. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Introduction to Theoretical Astrophysics b) Übung zu Introduction to Theoretical Astrophysics c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Astrophysik /Astronomie)			Kontaktzeit a) 44 h b) 22 h c) 21 h	Selbststudium 183 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse der Theoretischen Physik sind wünschenswert
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis für die theoretische Astrophysik
- sind sich Studierende über die Möglichkeiten der entsprechenden Mathematisierung und Modellierung bewusst
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung astrophysikalischer Umgebungen
- sind die Studierenden mit verschiedenen theoretischen Methoden vertraut
- können Studierende Zusammenhänge zwischen der Astrophysik, zugehörigen Beispielen und anderen physikalischen Bereichen (Kern/Teilchen, Plasma) erkennen und erfolgreich anwenden

Inhalt
Methoden und Ergebnisse der Astrophysik werden für ausgewählte astrophysikalische Systeme eingeführt und in Zusammenhang mit aktuellen Forschungsergebnissen diskutiert. Aus folgenden Themen werden Schwerpunkte ausgewählt: Astrophysik: Definition und Grundlagen (letztere werden in wie benötigt kurzen Exkursen bereitgestellt); Sterne: Zustandsgrößen, Entstehung, Aufbau, Entwicklung und Endzustände; Sternwinde: Beschleunigung, Struktur und Wechselwirkung mit dem interstellaren Medium; Sternatmosphären: Struktur und Strahlungstransport; Sternwinde: Beschleunigung, Struktur und Wechselwirkung mit dem interstellaren Medium; Milchstraße, Galaxien: Struktur; Kosmische Strahlung: Beschleunigung und Transport.

Lehrformen Vorlesung, Übung, praktische Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt.

Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP gewichtet in die Modulnote ein.
Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul
Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende PD. Dr. Fichtner
Sonstige Informationen Die Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

Modul 15g Einführung in die theoretische Festkörperphysik

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 5. Sem.	WiSe	1-2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Introduction to Theoretical Solid State Physics b) Übung zu Introduction to Theoretical Solid State Physics d) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Festkörperphysik)	a) 44 h b) 22 h c) 21 h	183 h	a) unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse der Theoretischen Physik inklusiv Quantenmechanik und Elementen der Statistische Physik werden vorausgesetzt
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Festkörpertheorie
- haben Studierende ein Grundverständnis von den mikroskopischen Eigenschaften bezüglich der Struktur, dem Schwingungsverhalten und der elektronischen Struktur und deren Einfluss auf das makroskopische Verhalten von Festkörpern
- sind mit der mathematischen Beschreibung von Festkörpern (zweite Quantisierung, spontane Symmetrie-Brechung, Phasen Übergänge, elementare Anregungen) vertraut
- können Studierende typische Aufgabe der Festkörpertheorie lösen und interpretieren

Inhalt

- Geometrische Struktur des Festkörpers
- (ideale Kristalle, Fehlordnung, reziprokes Gitter, Kristallstrukturbestimmung mittels Beugung, Bindungsverhältnisse)
- Dynamik des Kristallgitters
- (Gitterschwingungen, Phononen, Bose-Einstein-Verteilung, thermische Eigenschaften des Nichtleiters, Streuexperimente)
- Elektronen im Festkörper
- (klassisches freies Elektronengas, Fermi-Dirac-Verteilung, elektrische Leitfähigkeit, thermische Eigenschaften von Leitern, metallische Bindung, Ladungsträger im Magnetfeld, Bändermodell, experimentelle Bestimmung der Bandlücken, Halbleiter, thermische Anregung von Ladungsträgern, effektive Masse, Löcherleitung, Störstellenleitung, pn-Übergang)

Lehrformen Vorlesung, Übung, praktische Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt.

Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.
Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul
Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. Lechermann
Sonstige Informationen Die Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

Modul 15h Einführung in die theoretische Plasmaphysik

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 5. Sem.	WiSe	1-2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Introduction to Theoretical Plasma Physics b) Übung zu Introduction to Theoretical Plasma Physics c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Plasmaphysik)	a) 44 h b) 22 h c) 21 h	183 h	a) unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse der Theoretischen Physik, speziell Elektrodynamik, sind wünschenswert
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben die Studierenden ein Grundverständnis für die Problematik theoretischer Modellbildung für ein komplexes Vielteilchensystem gewonnen
- sind die Studierenden mit den Beschreibungen von Plasmen auf Basis kinetischer und fluiddynamischer Theorien vertraut und in der Lage, die Möglichkeiten und Grenzen derartiger Modelle einzuschätzen
- kennen Studierende grundlegende mathematische Techniken zum Arbeiten im Rahmen der im Modul entwickelten Theorien
- sind die Studierenden mit einzelnen plasmaphysikalischen Anwendungen der Theorien und Methoden im Kontext der Astro- bzw. Weltraumphysik vertraut und haben einen Einblick in die dort vorzufindenden Parameterregime
- haben die Studierenden im Rahmen der Praktikumsversuche erste Erfahrung in der numerischen Modellierung von plasmaphysikalischen Vorgängen gesammelt und entsprechende Computersimulationen durchgeführt

Inhalt
Grundkonzepte der klassischen Plasmaphysik, Einzelteilchenbewegung, kinetische Theorie, Fluidtheorie, Magnetohydrodynamik, Gleichgewichtstheorie, Wellen und Instabilitäten, Anwendungen im astro- und weltraumphysikalischen Kontext, numerische Modellierung von Plasmen.

Lehrformen Vorlesung, Übung, numerische Simulation mittels Computer

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (mündliche Prüfung von 45 min oder Klausur von 90 min Dauer) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft. Beide Noten gehen mit den CP gewichtet in die Modulnote ein.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt.
Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP gewichtet in die Modulnote ein.

Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Innocenti

Sonstige Informationen Die Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

Modul 16 (Wahlmodule für den freien Wahlbereich in alphabetischer Reihenfolge)

Modul 16a Allgemeine Relativitätstheorie / General Relativity

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	6 CP	180 h	ab 6. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung General Relativity b) Übung General Relativity	a) 44 h b) 22 h	114 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis der Gravitation als Krümmung der Raumzeit
- sind sich Studierende über die Möglichkeiten differential-geometrischer Methoden bewusst
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Gravitation und Ihren Anwendungen
- können Studierende Zusammenhänge zwischen physikalischer Idee erkennen und deren mathematische Formulierung anwenden

Inhalt

- Spezielle Relativitätstheorie und flache Raumzeit: Lorentz Transformationen; Vektoren und duale Vektoren (1-Formen); Tensoren; Maxwell Gleichungen; Energie-Impuls Tensor; Klassische Feld-Theorie
- Mannigfaltigkeiten: Gravitation als geometrische Eigenschaft; Was ist eine Mannigfaltigkeit; Vektoren, Tensoren, Metrik; Ein expandierendes Universum; Kausalität; Tensor-Dichten; Differentialformen; Integration
- Krümmung: kovariante Ableitung; Parallel-Transport und Geodätische; der Riemann‘sche Krümmungstensor; Symmetrien und Killing-Vektoren; Maximal symmetrische Räume; Geodätische Abweichung
- Gravitation: Physik in gekrümmter Raumzeit; Einstein Gleichungen; Lagrange‘sche Formulierung; die kosmologische Konstante; Alternative Theorien
- Die Schwarzschild Lösung: die Schwarzschild Metrik; Birkhoffs Theorem; Singularitäten; Geodätische der Schwarzschild Lösung; Schwarze Löcher; die maximal erweiterte Schwarzschild Lösung
- Kosmologie: Maximal symmetrisches Universum; Robertson-Walker Metrik; die Friedmann Gleichung; Dynamik des Skalenfaktors; Rotverschiebung und Entfernungen; Gravitationslinsen; Inflation

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 30 min) für das Modul fest.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende: Dr. Gegelia

Sonstige Informationen: Die Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

Modul 16b Analogelektronik

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	4 CP	120 h	ab 5. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Analogelektronik b) Übung zur Analogelektronik	a) 22 h b) 22 h	76 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis über die Anwendung und die Verschaltung von passiven (R, L C) und aktiven (Diode, Transistor) Bauelementen
- kennen Studierenden die Funktionsweise von Operationsverstärkern und deren Anwendungen
- können Studierende einfache analoge Schaltungen entwerfen, aufbauen und analysieren

Inhalt
Bauelemente: Widerstand, Kondensator, Spule, Diode, Bipolar- und Feldeffekttransistor, Schaltungen mit Kombinationen aus diesen Bauelementen, Operationsverstärker, Verfahren zur Analog-Digital-Umsetzer, Rauschen, Aktive Filter und Lineare Netzwerke

Lehrformen Vorlesung, praktische Übung

Prüfungsformen praktische Prüfung

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten aktive Teilnahme an den praktischen Übungen (>90%) und Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. Peliz̈aus, Dr. Schnier

Sonstige Informationen http://epraktikum.physik.ruhr-uni-bochum.de

Modul 16c Computational Physics I

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	4 CP	120 h	ab 5. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Computational Physics I b) Übung zu Computational Physics I	a) 22 h b) 22 h	76 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis über grundlegende numerische Methoden und Verfahren zur Behandlung physikalischer Fragestellungen
- sind sich Studierende über die Möglichkeiten der konkreten Implementation und Verifikation bewusst
- sind mit der Anwendung auf physikalische Modellprobleme vertraut

Inhalt
Numerisches Differenzieren und Integrieren, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, lineare Gleichungssysteme, FFT, Monte-Carlo Methoden, Praktische Übungen mit Matlab, Python oder Julia

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt.

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Botti

Sonstige Informationen Unterrichtssprache kann englisch sein

Modul 16d Computational Physics II

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	4 CP	120 h	ab 6. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Computational Physics II b) Übung zu Computational Physics II	a) 22 h b) 22 h	76 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse aus Computational Physics I sind wünschenswert
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis über fortgeschrittene numerische Methoden und Anwendungen in der Physik
- sind sich Studierende über die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes numerischer Methoden bewusst
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte von Multiskalenmethoden, Stochastische Differentialgleichungen, Monte-Carlo-Methoden
- sind mit Möglichkeiten der Parallelisierung vertraut

Inhalt
Multiskalenmethoden: FFT, Multigrid, Wavelets, Barnes-Hut, Fast Multipole Method, Particle in Cell Methoden (Boris-Push)
Stochastische Differentialgleichungen, Monte-Carlo-Methoden, Metropolis Algorithmus, Ising Modell
Parallelisierung: MPI, CUDA
Finite Volumen, Discontinues Galerkin

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt.

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Sulpizi

Sonstige Informationen Unterrichtssprache kann englisch sein

Modul 16e Digitalelektronik

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	4 CP	120 h	ab 4. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Digitalelektronik b) Übung zur Digitalelektronik	a) 22 h b) 22 h	76 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis über die Anwendung und die Verschaltung von digitalen Bauelementen wie Gatter, Flipflops, Register, Decoder, Zähler, Multiplexer und Addierer
- können Studierende einfache kombinatorische, sequentielle Schaltungen entwerfen, aufbauen und analysieren
- Kennen Studierende die grundlegenden Konzepte simpler Automaten

Inhalt
Schaltfunktionen, Schaltalgebra, Bipolar- und Feldeffekttransistoren, integrierte digitale Schaltungen, (De-)Kodierung, Rechenschaltungen, Flipflops, Automaten, Zahlensysteme usw.

Lehrformen Vorlesung, praktische Übung

Prüfungsformen praktische Prüfung

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten aktive Teilnahme an den praktischen Übungen (>90%) und Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. Pelizäus, Dr. Schnier

Sonstige Informationen http://epraktikum.physik.ruhr-uni-bochum.de

Modul 16f Einführung in die mathematischen Hilfsmittel der Physik (Physik-Vorkurs)

	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester vor dem 1. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesungen zum Physik-Vorkurs b) Lerngruppe zum Physik-Vorkurs			Kontaktzeit a) 48 h b) 52 h	Selbststudium 50 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis über die benötigten Rechentechniken für die Module „Physik I“ und „Mathematische Methoden I“
- kennen Studierende die grundlegenden, mathematischen Konzepte, welche für das Modul „Mathematik für Physik-Studierenden I“ benötigt werden
- sind Studierende sowohl mit dem eigenständigen Bearbeiten von Übungsaufgaben als auch mit der Arbeit im Team vertraut
- können Studierende ihr eigenes Lernverhalten reflektieren

Inhalt
Grundlagen der Mathematik in folgenden Bereichen:

1) Grundlagen (Funktionenbegriff, Koordinatensysteme, Winkelfunktionen etc.)
2) Vektoren
3) Transformationen und Matrizen
4) Differentialrechnung
5) Integralrechnung

Lehrformen Vorlesung, Lerngruppen

Prüfungsformen Klausur von 90 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan und Cleve

Sonstige Informationen Das Modul ist nur für B.Sc. Physik anrechenbar, wenn es vor dem ersten Fachsemester belegt wurde. Alternativ kann auch das Modul „Mathematischer Vorkurs für künftige Studierende der Mathematik und Physik“ oder gewählt werden. Es kann aber nur ein Modul angerechnet werden.

Modul 16g Grundlagen der Astronomie

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	6 CP	180 h	ab 3. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
c) Vorlesung Grundlagen der Astronomie d) Übung zu den Grundlagen der Astronomie	c) 44 h d) 22 h	114 h	c) unbegrenzt d) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse der Physik I und II sind wünschenswert
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- überblicken Studierende die Themen der modernen Astronomie und beherrschen somit die Grundlagen für vertiefende Astronomie-/Astrophysikvorlesungen
- nutzen Studierende grundlegende physikalische Konzepte und Methoden (z.B. aus der Mechanik, Optik, Kernphysik und Relativitätstheorie) in astronomischen Kontexten
- beschreiben und begründen Studierende charakteristische Parameter und einfache physikalische Gesetzmäßigkeiten qualitativ und quantitativ
- begreifen Studierende den Erkenntnisfortschritt, der durch die Entwicklung neuer Messtechniken ermöglicht wird

Inhalt
Die Vorlesung gibt einen Überblick über die verschiedenen Strukturkomponenten des Universums. Dabei werden fundamentale physikalische Methoden genutzt, um typische Eigenschaften der verschiedenen Objekte zu bestimmen. Ausgehend von der „Astronomie des Alltags" wird der Erfahrungshorizont systematisch erweitert, sodass insbesondere auch der Erkenntnisfortschritt durch die Entwicklung der Messtechnik deutlich wird. Dabei werden das Erde-Mond System, die Sonne und das Planetensystem ebenso behandelt wie die Sterne, die Milchstraße, andere Galaxien und die größten Strukturen im Universum.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 120 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt.

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Franckowiak

Sonstige Informationen

Modul 16h Instrumente und Beobachtungsmethoden in Astronomie und Astrophysik

	Credits 3 CP	Workload 90 h	Semester ab 3. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Instrumente und Beobachtungsmethoden in der Astronomie und Astrophysik b) Übung Instrumente und Beobachtungsmethoden in der Astronomie und Astrophysik			Kontaktzeit a) 22 h b) 11 h	Selbststudium 57 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis der verschiedenen Detektionsmöglichkeiten für elektromagnetische und Teilchen-Strahlung und verstehen die entsprechenden theoretischen Konzepte
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Datenerfassung und Datenanalyse in den verschiedenen Anwendungsbereichen der Astronomie und Astrophysik und können diese auf andere Bereiche der Physik übertragen
- sind die Studierenden mit den grundlegenden Messtechniken praktisch vertraut und können diese selbständig auf einfache Beispiele anwenden
- sind Studierende in der Lage selbständig Recherche-Anfragen an fachspezifische Datenbanken und -Archive zu stellen und die erhaltenen Daten in Browser Anwendungen zu bearbeiten

Inhalt
Das Modul bietet einen wellenlängenübergreifenden Überblick über die physikalischen Grundlagen der astronomischen und astrophysikalischen Messprozesse. Dabei wird das elektromagnetische Spektrum von Radio- bis hin zu Röntgen- und Gammastrahlung behandelt und um Aspekte der Teilchenastro- und Gravitationswellenphysik ergänzt. Dazu werden sowohl moderne Teleskope (erdgebunden, wie auch im Weltraum) sowie die eingesetzten Detektoren diskutiert.
Die Veranstaltung umfasst die Kapitel:
Signal und Detektion, Optik, Detektoren, Teleskope, Photometrie, Spektroskopie, Atmosphäre, Observatorien, Adaptive Optik, Interferometrie

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin in die Prüfungsform (Klausur von 90min, mündliche Prüfung von 45min oder einen Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Je nach festgelegter Prüfungsform:

Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt.

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Bomans

Modul 16i Mathematik IV

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 4. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Mathematik für Physiker und Geophysiker IV b) Übung Mathematik für Physiker und Geophysiker IV	a) 44 h b) 22 h	204 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse aus Mathematik I-III sind wünschenswert
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
- Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls
- kennen Studierende die Grundbegriffe aus den ausgewählten Themengebieten und können die entsprechenden mathematischen Konzepte erläutern
- kennen sie die zugehörigen mathematischen Argumentations- und Beweistechniken und können diese in einfachen Situationen selbständig anwenden

Inhalt
Die Vorlesung befasst sich mit mindestens zwei der folgenden Themengebiete:
- Funktionentheorie: komplexe Differenzierbarkeit, Cauchy'scher Integralsatz, Laurentreihen, Residuensatz
- Gewöhnliche Differentialgleichungen: Existenz und Eindeutigkeit, lineare Systeme, qualitative Theorie
- Differentialformen und Integration auf Mannigfaltigkeiten
- Lebesgue'sche Integrationstheorie: Lebesgue-Maß, Lebesgue-Integral, Konvergenzsätze, Lp-Räume
- Fouriertransformation und Fourierreihen
- Funktionalanalysis: Lineare Operatoren, Hilberträume, Spektraltheorie

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Klausur von 180 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. Härterich

Sonstige Informationen Für einen erfolgreichen Modulabschluss sind der regelmäßige Besuch der **Lehrveranstaltungen** sowie eine gewissenhafte Beschäftigung mit den Übungsaufgaben unabdingbar.

Modul 16j Meet Your Future Karriere-Perspektiven für Physikstudierende

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	2 CP	60 h	ab 1.	WiSe	1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar „Meet Your Future Karriere Perspektiven für Physikstudierende“			Kontaktzeit 28 h	Selbststudium a) 32 h	Gruppengröße Studierende unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende einen Überblick über mögliche Berufsaussichten
- können Studierende ihr weiteres Studium gemäß ihres Karriereziels besser planen
- sollen Studierende erste Kontakte zu Alumni und somit zu Unternehmen/berufstätigen Physiker*innen haben, um ein professionelles Netzwerk etablieren zu können
- wissen Studierende, wie Physiker*innen auf dem Arbeitsmarkt wahrgenommen werden
- kennen Studierende mögliche Wege vom Bewerbungsprozess bis zur Einstellung

Inhalt
Alumni der Fakultät berichten über ihren beruflichen Werdegang und stehen Studierenden für Fragen zum Karriereweg zur Verfügung.

Lehrformen Seminar

Prüfungsformen Reflexionsschreiben (schriftlicher Bericht)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Teilnahme an den Seminaren (<75%), Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Studiendekan, Prof. Dr. Hägele, Dr. Möller

Sonstige Informationen
Die Unterrichtssprache ist Englisch. Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

Modul 16k Mentorenschulung

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	5 CP	150 h	4. Sem.	WiSe & SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Seminar Qualifizierung für die studentische Mentor*innenarbeit	a) 30 h	a) 120 h	a) 35

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)

- Förderung von Schlüsselqualifikationen für Studium und Beruf

Die Studierenden erwerben überfachliche Kompetenzen, die sowohl im weiteren Studium als auch im späteren Berufsleben, insbesondere in beratenden, sozialen oder pädagogischen Berufsfeldern, in der Projektarbeit, in Führungsrollen oder im Umgang mit Kund*innen, Kolleg*innen oder Klient*innen von zentraler Bedeutung sind.

- Kommunikationskompetenz

Die Studierenden beherrschen grundlegende Gesprächstechniken und können Gespräche wertschätzend, zielgerichtet und empathisch führen – auch in herausfordernden Situationen.

- Beratungskompetenz

Die Studierenden lernen, Ratsuchende professionell zu begleiten, Probleme zu strukturieren und im Gespräch lösungsorientierte Impulse zu setzen.

- Reflexionsfähigkeit

Die Teilnehmenden entwickeln ein Bewusstsein für die eigene Rolle, Haltung und Wirkung als Mentor*in und reflektieren diese regelmäßig.

- Interkulturelle Sensibilität und Diversitätsbewusstsein

Die Studierenden setzen sich mit unterschiedlichen Lebensrealitäten, Hintergründen und Studienverläufen auseinander und entwickeln einen respektvollen, differenzsensiblen Umgang mit Vielfalt.

- Teamarbeit und kollegiales Lernen

Die Teilnehmenden arbeiten kooperativ in Teams, nutzen kollegiale Beratung und entwickeln gemeinsam Konzepte und Lösungen.

- Projektmanagement und organisatorische Kompetenzen

Im Rahmen der Planung und Durchführung des Onboarding-Programms erarbeiten die Studierenden eigenverantwortlich ein Projekt, strukturieren Abläufe, planen Formate und übernehmen Verantwortung für die Umsetzung.

- Wissen über das Hochschulsystem und Unterstützungsstrukturen

Die Mentor*innen kennen zentrale Strukturen, Abläufe und Beratungsangebote der RUB und können diese zielgerichtet an Studienanfängerinnen vermitteln.

- Selbstsicherheit im Auftreten und Präsentieren

Durch ihre Tätigkeit gewinnen die Studierenden an Sicherheit im freien Sprechen, Auftreten vor Gruppen und im Anleiten von Studierenden.

Inhalt
Die Teilnehmenden erhalten eine fundierte Mentoringausbildung, in der sie sowohl theoretisches Wissen als auch praxisnahe Kompetenzen für die Mentoringarbeit erwerben. Der Fokus liegt auf Kommunikationsgrundlagen und Gesprächsführung in der (Peer-)Beratung, Rollenreflexion und Haltung als Mentor*in, dem Umgang mit Herausforderungen im Mentoring sowie der Einführung

in das studentische Projektmanagement und der Entwicklung eines eigenen Onboarding-Konzepts. Studierende werden durch Wissensvermittlung zu Beratungsmethoden sowie Fallarbeit und Praxissimulationen in die Peer-Mentoring-Tätigkeit eingeführt. Dazu gehört ebenfalls die Wissensvermittlung zum System und Aufbau der Ruhr-Universität mit ihren verschiedenen Beratungsstellen, Fakultäten und Dezernaten. Außerdem setzen sich die Teilnehmenden mit dem Studium an der RUB als individuelle Erfahrung und mögliche Herausforderung auseinander – etwa für Studierende mit Beeinträchtigung, mit Migrationshintergrund oder als Erstakademiker*innen. Dabei reflektieren sie auch die bestehende Willkommenskultur und erarbeiten und analysieren Ansätze für einen gelingenden Studienstart. Die Studierenden werden von den verschiedenen Beratungseinrichtungen an der Ruhr-Universität begleitet.
Lehrformen Seminar
Prüfungsformen Seminararbeit (10-12 Seiten)
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Aktive Teilnahme, Vor- und Nachbereitung der Sitzungen mit Fachliteratur, Übungsaufgaben in Moodle, Kurzpräsentation, Erstellung eines Sitzungskonzepts für das Onboarding-Programm für Studierende im ersten Semester (Gruppenarbeit)
Verwendung des Moduls Wahlmodul
Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Janina Schäuffele, Dr. Gundula Lüdorf
Sonstige Informationen

Modul 16l Messmethoden der Physik

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	4 CP	120 h	ab 5. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Vorlesung Messmethoden der Physik b) Übung zu den Messmethoden der Physik	a) 22 h b) 22 h	76 h	a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis über die wichtigsten physikalische Messvorgänge, insbesondere über die problemorientierte Wahl von Komponenten für eine Messvorrichtung
- haben Studierende erste praktische Erfahrungen im Umgang mit komplexeren Labor-Messeinrichtungen gesammelt
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Methoden der Signalaufbereitung und Datenanalyse, insbesondere durch Analogelektronik (RC, Diode, Transistor, OPAMP)
- sind mit den Funktionsprinzipien und Einsatzbereichen ausgewählter Detektoren vertraut

Inhalt
Vermittlung der Messprinzipien und -techniken in der Physik: Grundstrukturen und Übertragungseigenschaften von Messstrecken; Fehlerquellen und deren Berücksichtigung in Messaufbau und Datenauswertung; Grenzen der Messgenauigkeit und Maßnahmen zur Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnisses; Detektoren für Teilchen und elektromagnetische Strahlung. Da praktisch alle Messungen durch elektrische Signale vermittelt werden, wird in dieser Vorlesung großer Wert auf Analogelektronik und Analog/Digitalwandlung gelegt. Letztere wird beispielhaft mit einem Interfacebaustein (Arduino Duemilanove USB) praktisch durchgeführt. Begleitende Übungen in Form von Haus- und Präsenzaufgaben und in praktischen Demonstrationen an Laboraufbauten; eigenständige Durchführung von Messaufgaben im Labor nach Maßgabe von Teilnehmerzahl und vorhandener Ausstattung.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (mündliche Prüfung von 45 min, Klausur von 90 min oder ein Referat +Handout von 30 Minuten Dauer) für die Vorlesung fest.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Holland-Moritz

Sonstige Informationen

Modul 16m Python for Physicists

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	3 CP	90 h	3.	WiSe nicht im WiSe 26/27	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung Python for Physicists b) Übung Python for Physicists	a) 22 h b) 11 h	57 h	Studierende a. 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
During this course, the students will:

- acquire basic knowledge of the Python language;
- understand the basic components of object-oriented programming, such as classes, scope, functions and basic data structures;
- gain hands-on experience with essential scientific Python tools like numpy, pandas, scipy, matplotlib and astropy;
- become acquainted with common tasks in Physics like optimization, data fitting, simple Monte Carlo sampling, and data visualization;
- learn to tackle physics and statistics problems with a computational approach.

Inhalt
1. Getting started: installing python with conda, Jupyter environment 2. Python Basics I: ints, floats, strings, lists, basic statements 3. Python Basics II: dictionaries, sets, looping techniques 4. Python Basics III: all about functions 5. Python Basics IV: all about classes 6. Python Basics V: interacting with files and with the operating system 7. Programming ecosystem: shell, magic functions, Python scripts 8. Numerical operations with numpy 9. Plotting with matplotlib 10. Basics of Monte Carlo 11. Data fitting with scipy 12. Coordinates and units with astropy 13. Handling big data with pandas

Lehrformen Vorlesung, Übungen, Hausaufgaben

Prüfungsformen Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Vorlesungen. Von den Studierenden wird erwartet, dass sie ihren eigenen Computer zu jeder Vorlesung mitbringen, um die Programmierungen durchzuführen. Dafür werden die Studierenden in der ersten Vorlesung bei der Installation der erforderlichen Software unterstützt.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Je nach festgelegter Prüfungsform:
Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. Außerdem ist eine aktive Beteiligung in den Vorlesungen obligatorisch.

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende N.N.

Sonstige Informationen Die Vorlesungen werden auf Englisch gehalten; wöchentliche Sprechstunden werden auf Englisch und Deutsch angeboten

Modul 16n Quantenmechanik II /Advanced Quantum Mechanics

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	6 CP	180 h	ab 5. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung Advanced Quantum Mechanics b) Übung Advanced Quantum Mechanics	c) 44 h d) 22 h	114 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse der Einführung in die Quantenmechanik und Statistik werden vorausgesetzt
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Verständnis über fortgeschrittene Konzepte der Quantenmechanik, die es ihnen ermöglichen, komplexe physikalische Sachverhalte zu analysieren
- können Studierende Zusammenhänge zwischen Symmetrien in der Quantenmechanik und dem zugrundeliegenden mathematischen Formalismus der Gruppentheorie erkennen und anwenden
- haben Studierende einen Überblick über die wesentlichen Näherungsmethoden der Quantenmechanik und können diese zur Beschreibung nichtrelativistischer Phänomene selbstständig anwenden
- sind Studierenden mit der Streutheorie und mit der quantenmechanischen Behandlung von identischen Teilchen vertraut
- haben Studierende Grundkenntnisse der relativistischen Feldgleichungen und ihrer Quantisierung erworben

Inhalt Symmetrien in der Quantenmechanik, Addition von Drehimpulsen, Auswahlregeln, Näherungsmethoden und ihre Anwendungen, Streutheorie, Systeme von identischen Teilchen, Feldquantisierung, relativistische Wellengleichungen

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 180 min oder mündliche Prüfung von 45 min) für das Modul fest.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Eremin

Sonstige Informationen Die Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

Modul 16o Scientific English

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	5 CP	120 h	ab 4. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Seminar Englisch für Studierende der Physik und Astronomie und anderer Fachbereiche (ab Niveau B1/B2) b) Online-Übung	a) 22 h	98 h	a) 30 b) unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Nachweis der Spracheignung durch einen Eingangstest (siehe www.zfa.rub.de)
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- können die Studierenden sich selbst, ihr Studium und ihre Interessen prägnant und verständlich vorstellen
- können die Studierenden wichtige Informationen aus Fachtexten herausfiltern, indem sie bestimmte Lesetechniken einsetzen. Sie können derart extrahierte Zitate und Beweisführungen für die Verteidigung des eigenen Standpunktes nutzen
- können die Studierenden Funktion und Form verschiedener Textsorten erarbeiten und dieses Wissen in selbstproduzierten Texten kompetent anwenden
- können die Studierenden sowohl wesentliche als auch Detailinformationen aus Hör- und Lesetexten verstehen und diese anderen klar, präzise und prägnant vermitteln, sowohl mündlich als schriftlich
- sind die Studierenden in der Lage, ein Thema ihres Interesses für Nicht-Experten (Laien)in einem Vortrag zugänglich zu machen und dazu Fragen zu beantworten
- sind die Studierenden in der Lage, in einer Diskussion über Fachthemen und Themen von eigenem Interesse persönliche Standpunkte und Meinungen zu äußern und zu erfragen, Argumente und Gegenargumente zu formulieren sowie Vor- und Nachteileaufzuzeigen

Inhalt
Der Kurs ist unterteilt in eine Präsenzphase (2std.) und eine Onlinephase (frei ein teilbare Übungszeiten). Der Schwerpunkt im Präsenzkurs liegt auf der kommunikativen Sprachanwendung der Rezeption, Produktion, Interaktion und Mediation, sowohl in geschriebener als auch gesprochener Form. Dabei werden verschiedene Lesestrategien vermittelt und angewandt und es wird mit authentischen Hör- und Sehtexten auf Moodle gearbeitet. Weiterhin wird der spezifische Wortschatz im Bereich der Physik und Astronomie trainiert. Blended Learning: Der Kurs wird durch ein spezifisches E-Learning-Angebot begleitet, welches integrativer Bestandteil des Kurses ist. Er besteht demnach aus zwei Teilen:
1. Präsenzkurs.
2. Moodlekurs im Blended-Learning-Format, in dem mithilfe der bereitgestellten Materialien 4-5 unterschiedlichen Textsorten geschrieben und anhand des individuellen Feedbacks überarbeitet werden.

Lehrformen: Seminar, praktische Übung

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten aktive Teilnahme an den Seminaren (>75%),Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Davis

Sonstige Informationen Dieses Modul wird vom Zentrum für Fremdsprachenausbildung (www.zfa.rub.de) angeboten.

Modul 16p Thermodynamics and Statistical Physics

	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester ab 6. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Thermodynamics and Statistical Physics b) Übung Thermodynamics and Statistical Physics			Kontaktzeit a) 44 h b) 22 h	Selbststudium 114 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse der Einführung in die Quantenmechanik und Statistik werden vorausgesetzt
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis über die Konzepte der statistischen Mechanik
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Quantenstatistik
- die Studierenden sind mit grundlegenden Definitionen der klassischen und quantenmechanischen Statistischen Physik vertraut
- können die Studierende typische Probleme der nicht wechselwirkenden Vielteilchenphysik lösen

Inhalt
Quantenstatistik und klassische statistische Mechanik, Thermodynamik, Anwendungen. Ausgangspunkt ist die einfache Statistik vieler Teilchen, Thermodynamik wird daraus abgeleitet. Danach Quantenstatistik mit Anwendungen.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Klausur von 120 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Innocenti

Sonstige Informationen Die Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

Modul 16q Theoretisches Minimum

	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	2 CP	60 h	ab 4. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße Studierende
a) Seminar Theoretisches Minimum b) Übung Theoretisches Minimum	a) 11 h b) 11 h	38 h	a) 30 b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- sind die Studierende mit den wichtigsten mathematischen Fertigkeiten (Werkzeuge der Theoretischen Physik) vertraut
- können Studierende Integrale, Differentialgleichungen und Problemen in der linearen Algebra (auch Vektoralgebra) eigenständig und fehlerfrei lösen

Inhalt
Mathematische Methoden zur Lösung von Integralen, Differentialgleichungen und Problemen in der linearen Algebra (Vektoralgebra). Die Seminararbeit wird aus zwei (methodischen und praktischen) Teilen bestehen. Das methodische Seminar findet einmal in zwei Wochen statt. Im Seminar wird jeweils eine bestimmte mathematische Methode ausführlich erklärt und besprochen. Für den praktischen Teil der Arbeit wird jeder Studierende zwei individuelle Problemsätze erhalten. Der erste Satz von mehreren einfachen Aufgaben wird im methodischen Seminar ausgehändigt und ist innerhalb der folgenden Woche zu lösen. Die Prüfung der Lösungen erfolgt in einem individuellen Gespräch mit dem Dozenten. Hat der Studierende die Aufgaben erfolgreich gelöst, erhält er den zweiten Satz mit fortgeschrittenen Aufgaben, deren Lösungen im nächsten methodischen Seminar abzugeben sind. Wurden die Aufgaben des ersten Satzes nicht erfolgreich gelöst, werden die Probleme besprochen und der Studierende erhält einen zweiten Satz mit wiederum einfach zu lösenden Aufgaben, deren Lösungen dann im nächsten methodischen Seminar abzugeben sind.

Lehrformen Seminar, praktische Übung

Prüfungsformen Die Leistungskontrolle erfolgt in den individuellen Gesprächen mit dem Dozenten. Die schriftlichen Lösungen der gestellten Aufgaben werden benotet.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung

Verwendung des Moduls Wahlmodul

Stellenwert der Note für die Endnote benotet, geht mit den CP gewichtet in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. Gegelia

Sonstige Informationen

Modul 16z Liste Weiterer Module

Bitte beachten Sie: Alle Module und Lehrveranstaltungen (mit Ausnahme von den Modulen 5, 11-13) müssen dem Studiengang mit einer Note zugeordnet werden. Bei nicht benoteten Lehrveranstaltungen muss bei der Zuordnung zum Studiengang die Note 4,0 eingegeben werden.

Aus dem Fach Chemie

Modul	Credits	Workload	Semester	Dauer
Allgemeine Chemie für Studierende der Physik (187113)	6 CP	180 h	ab 1. Sem.	1 Semester

Aus der Fakultät Informatik

Modul	Credits	Semester	Weitere Infos	Dauer
Information Theory (211007)	5 CP	ab 4. Sem.		1 Semester
Introduction to Computational Neuroscience (211046)	6 CP	ab 4. Sem.		1 Semester
Introduction to Artificial Intelligence (211045)	6 CP	ab 4. Sem.		1 Semester
Artificial Neural Networks (212006)	6 CP	ab 5. Sem,		1 Semester
Informatik 2 Algorithmen und Datenstrukturen (211002)	9 CP	ab 5. Sem,		1 Semester
Quantum Information and Computation (212011)	5 CP	ab 5. Sem.		1 Semester

Aus der Fakultät für Mathematik

Modul	Credits	Workload	Semester	Dauer
Einführung in die Programmierung	6 CP	180 h	ab 2. Sem.	1 Semester
Einführung in die Numerik	9 CP	270 h	ab 4. Sem.	1 Semester
Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und mathematische Statistik	9 CP	270 h	ab 5. Sem.	1 Semester

Programmiersprachen

Aus dem Angebot der RUB ist ein einführendes Modul in die Programmierung bzw. Informatik und ein vertiefendes Modul in eine Programmiersprache (C, C++, Python, Java, PHP oder Modula) im B.Sc. Physik anrechenbar (z.B. das Modul "Informatik I – Programmieren (212004).

Alle Module aus dem Angebot der RUB können gewählt werden.

Aus dem Angebot des RUBION

Modul	Credits	Workload	Semester	Dauer
Grundkurs im Strahlenschutz nach der Fachgruppe S4.1	5 CP	150 h	ab 4. Sem.	Blockkurs

Aus dem Angebot des Schreibzentrums

Modul	Credits	Workload	Semester	Dauer
Intensivmodul Abschlussarbeiten in den Natur- und Ingenieurwissenschaften	5 CP	150 h	ab 4. Sem.	1 Semester

Aus dem Angebot der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

- Einführung in die BWL
- Einführung in das Rechnungswesen/Controlling
- Corporate Finance I: Finanzierung & Investition
- Corporate Finance II: Finanzielles Risikomanagement
- Corporate Finance III: Kapitalmarkttheorie
- Start-Up I: Grundlagen der Existenzgründung
- Start-Up II: Coaching-Workshop für Existenzgründer
- Start-Up III: Grundlagen der Businessplanerstellung
- Statistik I

Angebote der TU Dortmund im Rahmen der UA Ruhr

- Modul "Medizinphysik I" (8 CP, 240 h, 1 Semester, SoSe)
- Modul "Medizinphysik II" (7 CP, 210 h, 1 Semester, WiSe)

Link zum Modulhandbuch