

Fakultät für Physik und Astronomie

Modulhandbuch
zu dem Studiengang
Master of Science (M.Sc.) in Physik

PO 2015

**Achtung: bis auf folgende Ausnahmen finden alle
Lehrveranstaltungen online statt**

- **Praktika**
- **Methodenkenntnis und Projektplanung**
- **Masterarbeit**
- **Projektseminar zur Masterarbeit**

der Ruhr-Universität Bochum

WiSe 20/21

Der Studiengang Master of Science in Physik hat eine Regelstudienzeit von 4 Semestern und einen Gesamtumfang von 120 Kreditpunkten (CP). Das Studium ist in verschiedene Bereiche aufgeteilt. Pflichtmodule im Umfang von 65 CP umfassen die fachliche und überfachliche Vorbereitung und Durchführung der Abschlussarbeit. Der Wahlpflichtbereich umfasst vertiefende Module aus der experimentellen und theoretischen Physik (15-32 CP) sowie vielfältige Module aus dem Nebenfach (5-18 CP). Für die Schwerpunktsetzung müssen Veranstaltungen im Umfang von 15-25 CP in einem Fachgebiet (Astronomie/Astrophysik, Biophysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik, Plasmaphysik) gewählt werden. Im Bereich Schlüsselkompetenzen können nach Wahl weitere Module im Umfang von bis zu 10 CP gewählt werden. Eine Auflistung der zugelassenen Module befindet sich in diesem Modulhandbuch.

Die Einteilung der 120 zu absolvierenden CP in die Module im Physikstudium ist in der nachstehenden Tabelle veranschaulicht

	Semester	Experimentalphysik		Theoretische Physik		Schwerpunkt		Nebenfach		Schlüsselkompetenz		Master-Arbeit		
		9-18 CP		6-15 CP		15-25 CP		5-18 CP		5-15 CP		60 CP		
		CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	
Master of Science	Vertiefungsphase	1	Wahlpflichtmodul aus der Experimentalphysik (z.B. Astron/Bio/TKT/Plasma) 1 VL + 3 FP	Wahlpflichtmodul aus der Theoretischen Physik (z.B. ART, Statist., QM II)	6-15	Spezialvorlesung/ Seminar/Praktikum (Astron/Bio/TKT/Plasma) Pflicht: 5 FP, 1 Seminar [inschl. Pr. (2 CP)]	15-25	Module aus anderen Fächern	5-18	z.B. C+MScientific Writing	0-10	5	5	
		2	Wahlpflichtmodul aus der Experimentalphysik (z.B. Astron/Bio/TKT/Plasma) 1 VL + 3 FP	Wahlpflichtmodul aus der Theoretischen Physik (z.B. Astron/TKT/Plasma) 1 VL + 3 FP				Module aus anderen Fächern		Projektarbeit (Projektphase BA-Arbeit)				
Master of Science	Fertigungsphase	3											Methodenlehre und Projektplanung (MSZ)	10
		4											Projektarbeit zur MA-Arbeit	10
		4											MA-Arbeit	10

Legende: ■ Experimentalphysik ■ Theoretische Physik ■ Schwerpunkt ■ Nebenfach ■ Schlüsselkompetenz (Pflicht) ■ Schlüsselkompetenz (Wahl) ■ Abschlussarbeit und vorbereitende Module

Diese Übersicht gliedert sich wie folgt:

1. Beratungs- und Informationsangebote
2. Studienplan (Bachelor und Master)
3. Modularisierungskonzept und Prüfungsformen
4. Liste der einzelnen Pflicht- und Wahlpflichtmodule

1. 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.

Unsere Studienfachberaterin für den Master-Studiengang Physik:

Dr. Ivonne Möller

NB 02/172

Tel.: 0234-32-29105

ivonne.moeller@physik.rub.de

Vor dem Studium muss jeder Studierende einen Beratungstermin wahrnehmen. Hierzu werden neben Einzelterminen auch Gruppentermine angeboten. Die Studierenden werden per Mail über die Termine informiert.

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

2. Studienplan Master:

Modul	Beschreibung	Semester	Modulabschluss
Modul 1.x 9 -18 CP	Ein (oder zwei) Wahlpflichtmodul(e) aus einem der folgenden Fachgebiete aus der experimentellen Physik: Astrophysik, Biophysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik oder Plasmaphysik. Jedes Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übung sowie Versuchen aus dem Fortgeschrittenen-Praktikum aus dem jeweiligen Fachgebiet.	1.+2.	benotet, die erbrachten Teilleistungen gehen gewichtet mit den CP in die Modulnote ein. Es muss ein Modul aus 1a bis 1e (nach Wahl) absolviert werden. Ein weiteres Modul kann belegt werden.
Modul 2.x 6 -12 CP	Ein (oder zwei) Modul(e) aus „Statistische Physik“, „Quantenmechanik Vertiefung“ und „Allgemeine Relativitätstheorie“	4.	benotet, über eine Modulabschlussklausur oder eine mündliche Prüfung Es muss ein Modul aus 2a bis 2c (nach Wahl) absolviert werden. Ein weiteres Modul kann belegt werden.
Modul 3.x 0-9 CP	Ein Wahlmodul aus einem der folgenden Fachgebiete aus der theoretischen Physik: Astrophysik, Festkörperphysik oder Plasmaphysik. Jedes Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übung sowie Versuchen aus dem Fortgeschrittenen-Praktikum aus dem jeweiligen Fachgebiet.	1.+2.	benotet, die erbrachten Teilleistungen gehen gewichtet mit den CP in die Modulnote ein. Es kann ein Modul aus 3a bis 3c (nach Wahl) absolviert werden.
Modul 4.x 15-25 CP	Ein Wahlpflichtmodul aus einem der folgenden Fachgebiete: Astrophysik, Biophysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik oder Plasmaphysik. Es können Veranstaltungen aus der experimentellen und/oder theoretischen Physik aus dem jeweiligen Fachgebiet gewählt werden.	3.+4.	benotet, über eine mündliche Modulabschlussprüfung Es müssen ein Seminar (2 CP) und F-Praktika (mind. 5 CP) nachgewiesen werden.

Modul 5.x 5-18 CP	Wahlpflichtmodule im Umfang von 5-18 CP aus dem Katalog der Nebenfächer (z.B. Mathematik, Chemie, Geowissenschaften, ICAMS, Neuroinformatik, ET/IT, MB). Eine vollständige Liste aller Module finden Sie weiter hinten im Modulhandbuch.	1.-4.	benotet, über eine Modulabschlussklausur, mündliche Modulabschlussprüfung, Seminarvortrag, studienbegleitende Übungen und aktive Beteiligung, Protokolle, praktische Übungen oder Hausarbeit
Modul 6.x 0-10 CP	Wahlmodule im Umfang von 0-10 CP aus dem Bereich Schlüsselkompetenzen	2.+3.	benotet, über eine Modulabschlussklausur, mündliche Modulabschlussprüfung, Seminarvortrag, studienbegleitende Übungen und aktive Beteiligung, Protokolle, praktische Übungen oder Hausarbeit
Modul 7 5 CP	Projektleitung	1.+2.	unbenotet, über aktive Teilnahme
Modul 8 15 CP	Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.)	3.	unbenotet, über aktive Teilnahme
Modul 9 15 CP	Projektseminar zur Masterarbeit	3.+4.	benotet, über aktive Teilnahme und Seminarvortrag
Modul 10 30 CP	Masterarbeit	3.+4.	benotet, über zwei Gutachten

3. 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 „Projektleitung“ und „Methodenkenntnis und Projektplanung“. Alle benoteten Module gehen mit den CP gewichtet in die Endnote ein.

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

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.

4. Liste der einzelnen Module:

Modul 1 (Wahlpflichtmodule aus der Experimentalphysik)

- Modul 1a Einführung in die Astrophysik..... 6
- Modul 1b Einführung in die Biophysik..... 7
- Modul 1c Einführung in die Festkörperphysik 8
- Modul 1d Einführung in die Kern- und Teilchenphysik 10
- Modul 1e Einführung in die Plasmaphysik 12

Modul 2 (Wahlpflichtmodule aus der Theoretischen Physik)

- Modul 2a Allgemeine Relativitätstheorie..... 13
- Modul 2b Quantenmechanik II..... 14
- Modul 2c Statistische Physik 15

Modul 3 (Wahlmodule aus der Theoretischen Physik)

- Modul 3a Einführung in die theoretische Astrophysik..... 16
- Modul 3b Einführung in die theoretische Festkörperphysik..... 18
- Modul 3c Einführung in die theoretische Plasmaphysik 20

Modul 4 (Wahlpflichtmodule für den Schwerpunkt)

- Modul 4a Astrophysik 21
- Modul 4b Biophysik..... 23
- Modul 4c Festkörperphysik..... 24
- Modul 4d Kern- und Teilchenphysik 26
- Modul 4e Plasmaphysik 28

Modul 5 (Wahlpflichtmodule für das Nebenfach)

- Angebot aus der Fakultät für Chemie und Biochemie 29
- Angebot aus der Fakultät für Geowissenschaften..... 29
- Angebot aus der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik..... 30
- Angebot aus der Fakultät für Maschinenbau..... 30
- Angebot aus der Fakultät für Mathematik..... 30
- Angebot aus dem Institut für Neuroinformatik 32
- Angebot aus dem ICAMS..... 32

Modul 6 (Wahlmodule für den Bereich Schlüsselkompetenzen)

- Modul 6a Computational Physics I 33
- Modul 6b Computational Physics II..... 34
- Modul 6c Scientific English..... 35
- Modul 6z Liste mit weiteren Modulen 36

Pflichtmodule

- Modul 7 Projektleitung 38
- Modul 8 Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.) 39
- Modul 9 Projektseminar zur Masterarbeit..... 40
- Modul 10 Masterarbeit..... 41

Einführung in die Astrophysik					
Modul 1a	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 4. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung Einführung in die Astrophysik			a) 44 h	183 h	Studierende
b) Übung zur Einführung in die Astrophysik			b) 22 h		a) unbegrenzt
c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Astrophysik/Astronomie)			c) 21 h		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					
<ul style="list-style-type: none"> • 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, Stelldynamik, 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 Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Dettmar					
Sonstige Informationen					

Einführung in die Biophysik					
Modul 1b	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Einführung in die Biophysik b) Übung zur Einführung in die Biophysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Biophysik)			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 Physik I-III sind wünschenswert Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • 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 Studierende sich fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet 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 Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Gerwert, Prof. Dr. Hofmann					
Sonstige Informationen					

Einführung in die Festkörperphysik					
Modul 1c	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Einführung in die Festkörperphysik I b) Übung zur Einführung in die Festkörperphysik 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 Inhaltlich: Grundkenntnisse der Physik I-III sind wünschenswert Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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 Gewichtung mit CP
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Wieck
Sonstige Informationen

Einführung in die Kern- und Teilchenphysik					
Modul Id	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung Einführung in die Kern- und Teilchenphysik I			a) 44 h	183 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2
b) Übung zur Einführung in die Kern- und Teilchenphysik I			b) 22 h		
c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Kern- und Teilchenphysik)			c) 21 h		
Teilnahmevoraussetzungen					
Formal: keine					
Inhaltlich: Kenntnisse der Physik I-III sind werden vorausgesetzt					
Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes)					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> • haben Studierende ein Grundverständnis über den Aufbau der Materie und ihre Wechselwirkungen sowie über Radioaktivität • sind sich Studierende über die Möglichkeiten der Anwendungen kernphysikalischer Prozesse in Technik und Medizin bewusst • kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der elektromagnetischen, schwachen und starken Wechselwirkung • sind mit allgemeinen Messtechniken und Messmethoden vertraut und können Vor- und Nachteile kernphysikalischer und radioaktiver Prozesse einordnen • können Studierende Zusammenhänge zwischen Prozessen im Universum und der Kern- und Teilchenphysik erkennen • können Studierende Messergebnisse kernphysikalischer und radioaktiver Prozesse einordnen und einschätzen 					
Inhalt					
Kernphysikalische Prozesse im Universum, Aufbau der Materie aus elementaren Teilchen – das Standardmodell der Teilchenphysik, Aufbau und Beschreibung von Atomkernen, Relativistische Schwerionenphysik, Wechselwirkung von Teilchen mit Materie und darauf aufbauende 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 Strahlenbelastung, Auswertung von Experimenten.					
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 Gewichtung mit CP
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Wiedner
Sonstige Informationen

Einführung in die Plasmaphysik					
Modul 1e	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 4. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung Einführung in die Plasmaphysik I b) Übung zur Einführung in die Plasmaphysik I c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Plasmaphysik)			a) 44 h b) 22 h c) 21 h	183 h	Studierende 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					
<ul style="list-style-type: none"> • 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 Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Czarnetzki					
Sonstige Informationen					

Allgemeine Relativitätstheorie / General Relativity					
Modul 2a	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester ab 6. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung General Relativity b) Übung General Relativity			Kontaktzeit a) 44 h b) 22 h	Selbststudium 114 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 Prüfungsleistung					
Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Grauer					
Sonstige Informationen					

Quantenmechanik II / Advanced Quantum Mechanics					
Modul 2b	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester ab 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Advanced Quantum Mechanics b) Übung Advanced Quantum Mechanics			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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 Prüfungsleistung					
Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Polyakov					
Sonstige Informationen					

Statistische Physik / Statistical Physics					
Modul 2c	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	6 CP	180 h	ab 6. Sem.	SoSe	1 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung Statistical Physics b) Übung Statistical Physics			a) 44 h b) 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					
<ul style="list-style-type: none"> • 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 Prüfungsleistung					
Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Grauer					
Sonstige Informationen					

Einführung in die theoretische Astrophysik					
Modul 3a	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 5. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Einführung in die theoretische Astrophysik b) Übung zur Einführung in die theoretische Astrophysik 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 (letzte werden in wie benötigt in kurzen Exkursen bereitgestellt); Sterne: Zustandsgrößen, Entstehung, Aufbau, Entwicklung und Endzustände; Sternwinde: Beschleunigung, Struktur und Wechselwirkung mit dem interstellaren Medium; nicht-thermische Strahlungsprozesse: Energiespektren (Synchrotron, Inverse Comptonstreuung, Bremsstrahlung, aus hadronischen Wechselwirkungen); Galaktische und extragalaktische Quellen: Supernovaüberreste, aktive Galaxien; Kosmische Magnetfelder: Teilchentransport, Leaky Box Modell, stochastische Beschreibung des diffusiven Transports; Multimessenger- Signaturen: Photonen, kosmische Strahlung und Neutrinos.					
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 Gewichtung mit CP
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Tjus
Sonstige Informationen

Einführung in die theoretische Festkörperphysik					
Modul 3b	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 5. Sem.	WiSe	1-2 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung Einführung in die theoretische Festkörperphysik b) Übung zur Einführung in die theoretische Festkörperphysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Festkörperphysik)			a) 44 h b) 22 h c) 21 h	183 h	Studierende 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					
<ul style="list-style-type: none"> • 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					
<ul style="list-style-type: none"> - 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 Gewichtung mit CP
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Eremin
Sonstige Informationen

Einführung in die theoretische Plasmaphysik					
Modul 3c	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Einführung in die Theoretische Plasmaphysik b) Übung zur Einführung in die Theoretische Plasmaphysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Plasmaphysik)			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, speziell Elektrodynamik, sind wünschenswert Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • 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 Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Tjus					
Sonstige Informationen					

Astrophysik/Astronomie					
Modul 4a	Credits 15-25 CP	Workload 450-750 h	Semester 1.-2. Sem.	Turnus WiSe & SoSe	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung c) Seminar (mind. 2 CP) d) F-Praktikum (mind. 5 CP) Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.			Kontaktzeit je mind. a) 44 h b) 44 h c) 22 h d) 35 h	Selbststudium mind. 309 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 2
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Grundkenntnisse in der Astronomie/Astronomie werden vorausgesetzt Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • haben Studierende gelernt, physikalisches Wissen aus den verschiedenen Bereichen (wie Plasma- und Quantenphysik) auf die oft - verglichen mit der Erde - 'exotischen' Bedingungen des Weltalls anzuwenden • ein Grundverständnis der wichtigsten physikalischen Prozesse zur Beschreibung der verschiedenen Phänomene im Universum • kennen Studierende die grundlegenden theoretischen Konzepte der modernen Astronomie und Astrophysik • sind die Studierenden über aktuelle astrophysikalische Fragestellungen unterrichtet • können astrophysikalische Fachliteratur lesen, verstehen und einordnen • sind die Studierenden in die Lage versetzt, ihre Masterarbeit im Bereich der experimentellen oder theoretischen Astronomie / Astrophysik anzufertigen 					
Inhalt Es wird in die modernen astrophysikalischen Themen eingeführt. Dabei werden die Studierenden bis an die 'Front der Forschung' geführt. Dies geschieht unter besonderer Berücksichtigung der Forschungsschwerpunkte der beteiligten Lehrstühle und Arbeitsgruppen der experimentellen und theoretischen Astrophysik/Astronomie, daneben wird aber auch ein breiter Überblick geboten. Die extragalaktische Astronomie, bis hin zur (beobachtenden) Kosmologie und Astroteilchenphysik, nimmt breiten Raum ein. Wechselwirkungen verschiedener Komponenten (etwa Phasen des Interstellaren Medium, galaktische Scheibe / Halo oder Galaxien / intergalaktisches Medium) sind von besonderer Bedeutung. Aber auch Prozesse in unserer eigenen Milchstraße werden ausführlich vorgestellt. Hier geht es vor allem um die Gas- und Staubkomponente der Milchstraße und die Entstehung von Sternen und – damit verknüpft – Planetensystemen, aber auch um solar-terrestrische Beziehung, etwa die Physik des Sonnenwinds. Enge Beziehungen bestehen zur Plasmaphysik und Kern- und Teilchenphysik.					
Lehrformen Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum					
Prüfungsformen mündliche Modulprüfung von 45 min					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: F-Praktikum (5 CP), ein Seminar (2 CP). Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden.					

Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.

Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r PD Dr. Bomans

Prüfer/in Prof. Dr. Dettmar, Prof. Dr. Hildebrandt, Prof. Dr. Tjus, PD Dr. Bomans, PD Dr. Fichtner

Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.

Biophysik					
Modul 4b	Credits 15-25 CP	Workload 450-750 h	Semester 1.-2. Sem.	Turnus WiSe & SoSe	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung c) Seminar (mind. 2 CP) d) F-Praktikum (mind. 5 CP) Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.			Kontaktzeit je mind. a) 44 h b) 22 h c) 22 h d) 35 h	Selbststudium mind. 327 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 2
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Kenntnisse aus dem Modul „Einführung in die Biophysik“ werden vorausgesetzt Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • sind Studierende mit den molekularen biologischen Vorgängen sowie den physikalischen Methoden zur Untersuchung vertraut und können diese zur Beschreibung von Gleichgewichten und Reaktionen nutzen • haben Studierende einen vertieften Einblick in aktuelle Forschungsthemen in der molekularen Biophysik an der Ruhr-Uni Bochum • können Studierende sich fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden selbstständig erarbeiten, und diese mündlich und schriftlich souverän kommunizieren • können Studierende eigenständig in den relevanten Datenbanken Informationen finden und nutzen • sind Studierende geübt im Analysieren von Daten zur Proteinsequenz und –struktur mit geeigneten Programmen 					
Inhalt Strukturauflösende Methoden, Röntgenkristallographie, Energieverfeinerung, Modellierung, Kraftfelder, Molekulardynamik-Simulation, QM/MM Simulation, FTIR und Raman-Streuung, Spektroskopie in Anwendung auf aktuelle Fragestellungen, Bioinformatik					
Lehrformen Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum					
Prüfungsformen mündliche Modulprüfung von 45 min					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: F-Praktikum (5 CP), ein Seminar (2 CP). Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.					
Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Gerwert, Prof. Dr. Hofmann					
Prüfer/in Prof. Dr. Gerwert, Prof. Dr. Hofmann, Prof. Dr. Mosig, PD Dr. Kötting					
Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.					

Festkörperphysik					
Modul 4c	Credits 15-25 CP	Workload 450-750 h	Semester 1.-2. Sem.	Turnus WiSe & SoSe	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung c) Seminar (mind. 2 CP) d) F-Praktikum (mind. 5 CP) Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.			Kontaktzeit je mind. a) 44 h b) 44 h c) 22 h d) 35 h	Selbststudium mind. 309 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 2
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: grundlegende Kenntnisse in der Festkörperphysik werden vorausgesetzt Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • haben Studierende ein Grundverständnis über die Eigenschaften des Festkörpers, dessen atomaren Aufbaus, sowie den elektrischen, magnetischen, mechanischen und optischen Eigenschaften • sind sich Studierende über die Möglichkeiten innerhalb der unterschiedlichen Forschungsbereiche und Spezialisierungen der theoretischen und experimentellen Festkörperphysik bewusst • kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der theoretischen Beschreibung des Festkörpers • sind mit grundlegenden experimentellen Verfahren der Messung von Festkörpereigenschaften vertraut • können Studierende Zusammenhänge zwischen dem mikroskopischen Aufbau des Festkörpers und dessen makroskopischen Eigenschaften erkennen und diese zur Abschätzung der technologischen Nutzbarkeit anwenden 					
Inhalt Vertiefung der Kenntnisse in den Hauptgebieten der Festkörperphysik, insbesondere der optischen, magnetischen und supraleitenden Eigenschaften. Die theoretische Festkörperphysik behandelt das Vielkörperproblem und stellt die Hauptgebiete der Festkörperphysik auf solide quantenmechanische Basis. Darüber hinaus werden eine Reihe von Spezialvorlesungen zur Vertiefung angeboten: Oberflächenphysik, Magnetismus, Supraleitung, Halbleiterphysik und Halbleiterbauelemente, Phasenübergänge, Metallphysik, Streuphysik, Physik dünner Schichten, Nanostrukturierung und Spintronik, und weitere Gebiete in der modernen experimentellen und theoretischen Festkörperphysik.					
Lehrformen Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum					
Prüfungsformen mündliche Modulprüfung von 45 min					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: F-Praktikum (5 CP), ein Seminar (2 CP). Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Köhler
Prüfer/in Prof. Dr. Drautz, Prof. Dr. Eremin, Prof. Dr. Hägele, Prof. Dr. Köhler, Prof. Dr. Wieck
Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.

Kern- und Teilchenphysik					
Modul 4d	Credits 15-25 CP	Workload 450-750 h	Semester 1.-2. Sem.	Turnus WiSe & SoSe	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung c) Seminar (mind. 2 CP) d) F-Praktikum (mind. 5 CP) Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.			Kontaktzeit je mind. a) 44 h b) 44 h c) 22 h d) 35 h	Selbststudium mind. 309 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 2
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Kenntnisse der Einführung in die Kern- und Teilchenphysik Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • haben Studierende verstanden wie das Standardmodell der Teilchenphysik entwickelt wurde und welche Vorhersagekraft es hat • können Studierende den Zusammenhang zwischen Quantenfeldtheorievorhersagen und Experimenten herstellen • haben Studierende die ein vertieftes Verständnis der elektromagnetischen, schwachen und starken Wechselwirkung • sind die Studierenden mit den Nobelpreisexperimenten in der Kern- und Teilchenphysik vertraut und können diese interpretieren • wird der Zusammenhang zwischen Symmetrien und experimentellen Beobachtungen hergestellt • besitzen Studierende ein Wissen über offenen Fragen und aktuelle Forschungsthemen auf dem Gebiet der Kern- und Teilchenphysik • kann der Zusammenhang zwischen Teilchenphysik und der Entwicklung des Universums dargelegt werden 					
Inhalt Dirac-Gleichung, Spin, Antiteilchen, Erhaltungssätze, Feynman-Diagramme, Yukawa- Wechselwirkung, Strangeness, Gruppentheorie und Symmetrie, Clebsch-Gordon Koeffizienten, Mesonen-Nonets, Breit-Wigner-Resonanzen, Farben in der QCD, Charm, Confinement, Globale und lokale Symmetrien, Hadronenstruktur, Partonenmodell, tief-inelastische Streuung und Skalenverhalten, Neutrinophysik, schwache WW, Mischungszustände, Higgs-Mechanismus der Massenerzeugung, Physik jenseits des Standardmodells, Quantenfeldtheorien, Solitonen. Es werden darüber hinaus Spezialveranstaltungen in Form von Vorlesungen und Seminaren zu Detektoren, Hadronenphysik, Neutrinophysik, sowie zur theoretischen Kern- und Teilchenphysik oder sonstigen aktuellen Themen angeboten. Praktikumsversuche ergänzen das theoretische Wissen.					
Lehrformen Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum					
Prüfungsformen mündliche Modulprüfung von 45 min					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: F-Praktikum (5 CP), ein Seminar (2 CP). Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden.					

Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Wiedner, Prof. Dr. Epelbaum
Prüfer/in Prof. Dr. Fritsch, Prof. Dr. Wiedner, PD Dr. Heinsius, Prof. Dr. Tjus, Prof. Dr. Polyakov, Prof. Dr. Epelbaum
Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.

Plasmaphysik					
Modul 4e	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	15-25 CP	450-750 h	1.-2. Sem.	WiSe & SoSe	2 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung b) Übung c) Seminar (mind. 2 CP) d) F-Praktikum (mind. 5 CP) Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.			je mind. a) 44 h b) 44 h c) 22 h d) 35 h	mind. 309 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 2
Teilnahmevoraussetzungen					
Formal: keine					
Inhaltlich: grundlegende Kenntnisse in der Plasmaphysik werden vorausgesetzt					
Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes)					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> • haben Studierende ein Grundverständnis über die wesentlichen Plasmaerzeugungsmethoden und den Heizmechanismen in diesen Plasmen • beherrschen Studierende wesentliche Diagnostikmethoden von Plasmen • haben Studierende ein tieferes Verständnis der theoretischen Konzepte zur Beschreibung von Plasmen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen • können Studierende Messmethoden von Plasmen einsetzen • Kennen Studierende unterschiedliche Einsatzfelder von Plasmen wie die Wechselwirkung mit biologischen Systemen oder mit den Oberflächen eines Fusionsexperimentes 					
Inhalt					
Plasmaerzeugung; Plasmaheizung; Plasmadiagnostik; Physik der Plasmarandschicht; Plasma-Oberflächen-Wechselwirkung; Plasmachemie, Plasmadeposition, Plasma-Ätzen; Wellen in Plasmen etc.					
Lehrformen Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum					
Prüfungsformen mündliche Modulprüfung von 45 min					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: F-Praktikum (5 CP), ein Seminar (2 CP). Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.					
Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. von Keudell					
Prüfer/in Prof. Dr. Czarnetzki, Prof. Dr. Grauer, Prof. Dr. von Keudell, Prof. Dr. Tjus, PD Dr. Fichtner					
Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.					

Es können Module im Umfang von 5-18 CP aus dem Angebot anderer Fakultäten und deren Fächer eingebracht werden.

Falls aber geplant ist, die **Masterarbeit im Nebenfach** anzufertigen, müssen 15 CP in dem Nebenfach abgelegt werden, in dem die Arbeit geschrieben wird.

aus dem Angebot der Fakultät für **Chemie und Biochemie**:

Nebenfach:	Module
Analytische Chemie	Methoden der Strukturanalyse II
Anorganische Chemie:	Anorganische Chemie II
	Blockkurse Anorganische Chemie
Biochemie	Praktikum Biochemische Arbeitstechniken
	Einführung in die Biochemie
	Biochemie I
Physikalische Chemie	Laserspektroskopie Praktikum
	Rasterkraftmikroskopie Praktikum
	Biophysikalische Chemie I
	Biophysikalische Chemie II
	Physikalisch-chemisches Praktikum
	Physikalische Chemie II
	Concepts of Spectroscopy and Introduction in Laser Spectroscopy
	Concepts of Spectroscopy II
Technische Chemie	Technische Chemie I
	Technische Chemie II
	Chemisch-technisches Praktikum für Physiker
Theoretische Chemie	Theoretische Chemie I
	Theoretische Chemie II
	Theoretische Chemie III
	Theoretisch-chemisches Praktikum für Physiker

aus dem Angebot der Fakultät für **Geowissenschaften**:

Nebenfach:	Module
Geophysik*	Theoretische Geophysik
	Auswertung und Interpretation geophysikalischer Daten
	Dynamik der Erde
	Explorationsgeophysik

*ein persönliches Gespräch mit dem Studienfachberater Geophysik vorab wird empfohlen

aus dem Angebot der Fakultät für **Elektrotechnik und Informationstechnik:**

Nebenfach:	Module
Plasmatechnik*	Plasmatechnik I
	Felder, Wellen und Teilchen
Nanoelektronik**	Festkörperelektronik
	Nanoelektronik
Mikroelektronik	VLSI-Entwurf
	Integrierte Digitalerschaltungen
Energiesystemtechnik	Einführung in die Energiesystemtechnik
	Regenerative elektrische Energietechnik
Kommunikationstechnik	Systeme der Hochfrequenztechnik
	Digitale Signalverarbeitung
Medizintechnik	Ultraschall in Medizin
	Tomographische Abbildungsverfahren in der Medizin
	Bildverarbeitung in der Medizin

*nur wenn der physikalische Schwerpunkt nicht Plasmaphysik ist

** nur wenn der physikalische Schwerpunkt nicht Festkörperphysik ist

aus dem Angebot der Fakultät für **Maschinenbau:**

Nebenfach:	Module
Laseranwendungstechnik*	Lasertechnik
	Lasermesstechnik
	Laserfertigungstechnik
	Lasermedizintechnik
Energiesysteme und Energiewirtschaft	Energiewirtschaft
	Energieumwandlungssysteme
	Regenerative Energie
	Kernkraftwerktechnik
	Reaktortheorie
	Wasserkraftwerke
Werkstoffwissenschaft	Grundlagen Werkstoffe
	Werkstoffwissenschaft I
	Werkstoffwissenschaft II
	Polymere Werkstoffe
	Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe
	Elektronen- und Röntgenbeugung

*alle Prüfungen sind mündlich - persönliche Anmeldung erforderlich

aus dem Angebot der Fakultät für **Mathematik**:

Nebenfach:	Module	
Algebra	Algebra I	
	Algebra II (Kommutative Algebra und Algebraische Geometrie)	
	Zahlentheorie	
	Darstellungstheorie von Lie-Gruppen	
Geometrie/Topologie	Kurven und Flächen	
	Differentialgeometrie I	
	Differentialgeometrie II	
	Differentialtopologie	
	Topologie I	
	Algebraische Topologie	
Analysis	Funktionalanalysis	
	Funktionentheorie I	
	Funktionentheorie II	
	Gewöhnliche Differentialgleichungen	
	Partielle Differentialgleichungen I	
	Kurven und Flächen	
	Differentialgeometrie I	
	Differentialgeometrie II	
	Differentialtopologie	
	Numerische Mathematik	Numerik I (Numerische Behandlung von Differentialgleichungen I)
		Numerik II (Numerische Behandlung von Differentialgleichungen II)
		Optimierung
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	Wahrscheinlichkeitstheorie I	
	Wahrscheinlichkeitstheorie II (Stochastische Modelle)	
	Statistik I	
	Statistik II	
	Mathematische Physik	
	Finanzmathematik	
	Zeitreihen	
Informatik/Kryptographie	Theoretische Informatik	
	Komplexitätstheorie	
	Kryptographie	
	Approximationstheorie	
	Datenstrukturen	
	Datenbanksysteme	
	Diskrete Mathematik I	
	Quantenalgorithmen	
	Effiziente Algorithmen	
	Kryptanalyse	
	Theorie des Maschinellen Lernens	
	Algorithmische Geometrie	
	Kryptographische Protokolle	

aus dem Angebot des Institutes für **Neuroinformatik**:

Nebenfach:	Module
Neuroinformatik	Computational Neuroscience: Neural Dynamics
	Computational Neuroscience: Vision and Memory
	Autonomous Robotics (lab course)
	Autonomous Robotics: Action, Perception and Cognition
	Machine Learning: Unsupervised Methods
	Machine Learning: Supervised Methods
	Machine Learning: Evolutionary Algorithms
	Introduction to Deep Learning for Computer Vision (lab course)
	Introduction to Perception
	The Neural Basis of Vision (seminar)
	Computational Cognitive Modeling (seminar)
	Deep Learning Computer Vision

aus dem Angebot des **ICAMS**:

Nebenfach:	Module
Materialwissenschaften	Elements of Microstructure
	Assessment and Description of Materials Properties
	Materials Processing
	Atomistic Simulation Methods
	Advanced Atomistic Simulation Methods
	Interfaces and Surfaces
	Application and Implementation of Electronic Structure Methods
	Phase Field Theory and Application
	Phase Field Theory II
	Programming Concepts in Materials Science
	Quantum Mechanics in Materials Science
	Microstructure and Mechanical Properties
	Continuum Methods in Materials Science
	The Calphad Method
	Multiscale Modeling in Materials Science
	Numerical Simulation of Fracture of Materials
	Lattice Boltzmann Modelling: From Simple Flows to Interface Driven Phenomena
	Modelling of Metal Plasticity in Finite Element Analysis
	Solidification Processing
	Stochastische Prozesse

Computational Physics I					
Modul 6a	Credits 4 CP	Workload 120 h	Semester ab 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Computational Physics I b) Übung zu Computational Physics I			Kontaktzeit a) 22 h b) 22 h	Selbststudium 76 h	Gruppengröße Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • 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 Schlüsselkompetenzen					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. Dreher					
Sonstige Informationen					

Computational Physics II					
Modul 6b	Credits 4 CP	Workload 120 h	Semester ab 6. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Computational Physics II b) Übung zu Computational Physics II			Kontaktzeit a) 22 h b) 22 h	Selbststudium 76 h	Gruppengröße Studierende 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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 Schlüsselkompetenzen					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Grauer					
Sonstige Informationen					

Scientific English

Modul 6c	Credits 5 CP	Workload 120 h	Semester ab 4. Sem.	Turnus WiSe & SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Seminar Englisch für Studierende der Physik und Astronomie und anderer Fachbereiche (ab Niveau B1/B2) b) Online-Übung			Kontaktzeit a) 22 h	Selbststudium 98 h	Gruppengröße Studierende 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 Nachteile aufzuzeigen 					
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: Präsentation, Schreibportfolio, Hör-Diskussionstest von ca. 30 min					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten aktive Teilnahme an den Seminaren (>75%), Bestehen der Prüfungsleistung					
Verwendung des Moduls Schlüsselkompetenzen					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Mariano					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird vom Zentrum für Fremdsprachenausbildung (www.zfa.rub.de) angeboten.					

Liste weiterer Schlüsselkompetenzmodule

In begründeten Ausnahmefällen können auch Module, die nicht in diesem Modulhandbuch stehen, anerkannt werden. Dazu ist ein begründeter Antrag an die Studienfachberaterin (Dr. Ivonne Möller) zu stellen.

Hinweis zu Programmiersprachen:

Alle Module, die eine Programmiersprache (C, C++, Python, Java, PHP oder Modula) vertiefen, können aus dem Angebot der RUB gewählt werden (z.B. das Modul "Informatik I" zu der Programmiersprache C++). Prinzipiell nicht im M.Sc. Physik anrechenbar sind Module, die nur eine grundlegende Einführung in das Verständnis von Programmier-techniken darstellen.

aus dem Angebot des **RUBION**:

Modul:	Workload/ Credits	Semester:	Häufigkeit des Angebots:	Dauer:
Strahlenschutzkurs im Radionuklidlabor	150 h/5 CP		s. RUBION	Blockkurs

aus dem Angebot des **Schreibzentrums**:

Modul:	Workload/ Credits	Semester:	Häufigkeit des Angebots:	Dauer:
Intensivmodul Abschlussarbeiten in den Natur- und Ingenieurwissenschaften A oder B	5 CP		s. SCHREIBZENTRUM	1 Semester

aus dem Angebot des **Instituts für Arbeitswissenschaft**:

Modul:	Workload/ Credits	Semester:	Häufigkeit des Angebots:	Dauer:
Unsicherheitserfahrung und Bewältigungsstrategien im unternehmerischen Kontext	5 CP		s. http://www.apf.rub.de/ap/forschung/projekte/institutes0417-0920.html	1 Semester

Aus dem Angebot der Fakultät für **Wirtschaftswissenschaften**:

Module (Schlüsselkompetenzen) aus den Wirtschaftswissenschaften

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

Projektleitung					
Modul 7	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Seminar Project Management b) praktische Übung Project Management			Kontaktzeit a) 50 h b) 50 h	Selbststudium 50 h	Gruppengröße Studierende a) 30 b) 30
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • sind Studierende mit den Grundlagen des Projektmanagements vertraut • haben Studierende ein Grundverständnis für das Leiten eines Teams • die Studierenden können ein wissenschaftliches Projekt planen und dessen Durchführung anzuleiten • können Studierenden sich an zeitliche und formale Rahmenbedingungen halten 					
Inhalt a) Die Seminartermine dienen auf der einen Seite der Vermittlung der grundlegenden methodischen Fähigkeiten zur Projekt- und Teamleitung. Auf der anderen Seite werden Ergebnisse aus den praktischen Übungen diskutiert und Probleme analysiert. Im Vordergrund stehen der Austausch untereinander und das Feedback durch den Modulbeauftragten. Es werden Leitungsprotokolle und Sachstandsberichte erstellt. b) In den praktischen Übungen haben die Teilnehmer/-innen Gelegenheit, das erworbene Wissen an einer Gruppe von Bachelor-Studierenden anzuwenden und diese bei der Durchführung eines SOWAS-Projekts anzuleiten. Von der Erstellung der Exposees bis zu der abschließenden Posterpräsentation unterstützen die Teilnehmer/-innen dieses Moduls die SOWAS-Studierenden fachlich und überfachlich.					
Lehrformen Seminar, praktische Übung					
Prüfungsformen Referat, aktive Teilnahme					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Aktive Teilnahme am Seminar (>75 %), aktive Teilnahme an der praktischen Übung (> 75 %)					
Verwendung des Moduls Pflichtmodul					
Stellenwert der Note für die Endnote unbenotetes Modul, geht nicht in die Endnote ein					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dozenten/-innen der Fakultät					
Sonstige Informationen Alternativ kann dieses Modul auf begründeten Antrag durch das Modul „Schlüsselkompetenzen zur Projektbearbeitung und Selbstorganisation“, welches über das Schreibzentrum der RUB angeboten wird, ersetzt werden. Weitere Informationen: www. http://www.sz.rub.de/angebote/studierende/seminare/sps.html					

Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.)					
Modul 8	Credits 15 CP	Workload 450 h	Semester 3. Sem.	Turnus WiSe & SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) praktische Übung b) Seminar			Kontaktzeit a) 320 h b) 30 h	Selbststudium 100 h	Gruppengröße Studierende a) 30 b) 30
Teilnahmevoraussetzungen Formal: Zulassung zur Masterarbeit ist erfolgt, d.h. Studienleistungen im Umfang von mind. 50 CP müssen nachgewiesen werden (darunter ein Wahlpflichtmodul aus der Experimentalphysik (9 CP), ein vertiefendes Modul aus der Theoretischen Physik (6 CP), das Schwerpunktmodul (15-25 CP) und das Pflichtmodul „Projektleitung“ (5 CP)). Falls die Arbeit im Nebenfach angefertigt werden soll, müssen mind. 15 CP aus dem Nebenfach nachgewiesen werden. Inhaltlich: keine Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • sind die Studierenden mit den Experimentiergeräten, theoretischen Modelle bzw. Computer-codes aus ihrem Fachgebiet umgehend vertraut • haben Studierende ein vertieftes Verständnis über die wissenschaftlichen Fragestellungen in dem gewählten Schwerpunkt • sind Studierende mit den wichtigsten Konzepten des Zeitmanagements und der Projektarbeit vertraut • können die Studierenden die anstehende Masterarbeit zeitlich und inhaltlich planen 					
Inhalt a) In den praktischen Übungen werden die benötigten konkreten Arbeitsmethoden der Gruppe erlernt. Nach einer intensiven Einarbeitungsphase haben die Studierenden die Möglichkeit, sich an der Konkretisierung ihres Themas für die Masterarbeit einzubringen. Zusätzlich wird ein Zeitplan für die Durchführung der Masterarbeit erstellt und die Umsetzbarkeit überprüft. b) Das Seminar dient der Erarbeitung eines konkreten Themas für die Masterarbeit. Zu Beginn des Seminars werden verschiedene Themen von den Betreuern/-innen ausgegeben. 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 „Master-Arbeit“. Beide Module werden bei dem gleichen Lehrenden absolviert. Mit der Zulassung zur Master-Arbeit beginnt die Vorbereitungszeit von 3 Monaten, die das Modul „Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.)“ umfasst. Am Ende der Vorbereitungszeit muss der Modulschein zusammen mit einem Themenvorschlag im Prüfungsamt eingereicht werden.					

Projektseminar zur Masterarbeit					
Modul 9	Credits 15 CP	Workload 450 h	Semester 3. & 4. Sem.	Turnus WiSe & SoSe	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Seminar A b) Seminar B			Kontaktzeit a) 100 h b) 30 h	Selbststudium 320 h	Gruppengröße Studierende a) 30 b) 30
Teilnahmevoraussetzungen Formal: Nachweis über Abschluss des Moduls „Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.)“ Inhaltlich: keine Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • können die Studierenden den aktuellen Stand ihres Projekts „Masterarbeit“ dokumentieren (auf wöchentlicher und monatlicher Skala) • können Studierende Erfolge, Probleme und Schwierigkeiten analysieren und Vorschläge für den nächsten Projektschritt erarbeiten • haben Studierende ein Grundverständnis über das sachgerechte Vermitteln von Fachinhalten (schriftlich und mündlich) 					
Inhalt a) Das Seminar A findet wöchentlich statt, auch in der vorlesungsfreien Zeit. Jede/r Studierende berichtet zuerst über die Ergebnisse der vergangenen Woche und analysiert die Fortschritte und Schwierigkeiten. Das Ergebnis dieser Analyse soll Ausgangspunkt für die weitere Planung sein. Die Erläuterungen bzw. Argumentationen können mit Hilfe von Graphen oder einer Präsentation unterstützt werden. Die Gruppe diskutiert die zeitliche und inhaltliche Umsetzbarkeit mit dem Ziel, möglichst effektiv die nächsten Arbeitsschritte zu gestalten. b) Im Seminar B wird das Projekt „Masterarbeit“ in der jeweiligen Arbeitsgruppe vorgestellt. Der Vortrag kann entweder in der Mitte der Masterarbeit als „Zwischenbericht“ oder am Ende als „Abschlussbericht“ gehalten werden. Die einzelnen Projektphasen sowie die zeitliche Planung und Umsetzung stehen neben den inhaltlichen Schwerpunkten im Vordergrund.					
Lehrformen 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 Gewichtung mit CP					
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 Dieses Modul wird zeitgleich zum Modul „Masterarbeit“ belegt und bei dem gleichen Lehrenden absolviert. Der Modulschein wird zusammen mit der Arbeit im Prüfungsamt eingereicht.					

Masterarbeit					
Modul 10	Credits 30 CP	Workload 900 h	Semester 3. & 4. Sem.	Turnus WiSe & SoSe	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen Abschlussarbeit			Kontaktzeit 720 h	Selbststudium 180 h	Gruppengröße 1
Teilnahmevoraussetzungen Formal: Nachweis über Abschluss des Moduls „Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.)“ Inhaltlich: keine Vorbereitung: keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • haben Studierende ein vertieftes Verständnis über wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen • können Studierende innerhalb einer vorgegebenen Frist mit wissenschaftlichen Methoden physikalische Fragestellungen analysieren und definierte Probleme lösen • sind sich Studierende über die Anforderungen einer sachgerechten, schriftlichen Darstellung anspruchsvoller und neuartiger wissenschaftlicher Ergebnisse bewusst • kennen Studierende die wichtigsten Konzepte der selbstständigen Arbeitsorganisation • sind Studierende mit der adäquaten Literaturrecherche, Zitation von Quellen und den Prinzipien guter wissenschaftlicher Praxis bestens vertraut 					
Inhalt Selbstständiger Aufbau eines Experiments bzw. eines theoretischen Modells, eigenständige Planung und Durchführung der Experimente bzw. der Rechnungen/Simulationen, Analyse der Ergebnisse, Optimierung der Prozesse, Dokumentation der Verfahrensschritte Thema und Aufgabe sind so zu formulieren, dass sie innerhalb von 9 Monaten mit einem Arbeitsaufwand im Umfang von 30 CP bearbeitet werden können.					
Lehrformen					
Prüfungsformen Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung					
Verwendung des Moduls Pflichtmodul					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
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 Masterarbeiten finden Sie in unserem Moodlekurs „Physikstudium-Info“.					
Sonstige Informationen Die Masterarbeit muss in dem gewählten physikalischen Schwerpunkt angefertigt werden, in dem das Schwerpunktmodul absolviert wurde. Zusätzlich ist auf Antrag die Anfertigung in einem Nebenfach möglich.					