

Fakultät für Physik und Astronomie

Modulhandbuch
für das Studienfach Physik im Studiengang
Bachelor of Science

nach den Bestimmungen
der Studien- und Prüfungsordnung vom 10. Januar 2013

(PO B.Sc./M.Sc. 2013)

und

der Studien- und Prüfungsordnung vom 28. September 2015

(PO B.Sc. 2015)

Pflichtmodule

Physik I (Mechanik, Wärmelehre)	3
Physik II (Elektrizitätslehre, Optik)	4
Physik III (Quantenphysik).....	5
Mathematische Methoden	6
Mathematik I.....	7
Mathematik II.....	8
Mathematik III.....	9
Klassische Theoretische Physik (Mechanik, E-Dynamik).....	10
Einführung in die Quantenmechanik und Statistik	11
Praktikum	12
Lerngruppenleitung.....	13
Einführung in wissenschaftliches Arbeiten	14
Methodenkenntnis und Projektplanung (B.Sc.).....	15
Bachelorarbeit.....	16

Wahlpflichtmodule

Einführung in die Astrophysik	18
Einführung in die theoretische Astrophysik.....	19
Einführung in die Biophysik.....	20
Einführung in die Festkörperphysik	21
Einführung in die theoretische Festkörperphysik	22
Einführung in die Kern- und Teilchenphysik.....	23
Einführung in die Plasmaphysik	24
Einführung in die theoretische Plasmaphysik	25

Wahlmodule (freier Wahlbereich)

Grundlagen der Astronomie.....	27
Physik auf dem Computer	28
Digitalelektronik.....	29
Analogelektronik	30
Messmethoden der Physik.....	31
Computational Physics I	32
Computational Physics II (ab SoSe 2017).....	33
Scientific Programming	34
Computational Cardiology.....	35
Instrumente und Beobachtungsmethoden in der Astronomie und Astrophysik.....	36
Theoretisches Minimum	37
Mathematik IV.....	38
Einführung in die Neuroinformatik	39
Statistische Methoden in der Daten- und Fehleranalyse.....	40
Einführung in die Hydrodynamik.....	41
Medizinische Physik I	42
Medizinische Physik II	43
Quantenmechanik II	44
Allgemeine Relativitätstheorie (ab SoSe 2017).. ..	45
Statistische Physik (ab SoSe 2017).....	46
Präsentation physikalischer Inhalte (PO 2013: Schlüsselkompetenz).....	47
Einstieg in wissenschaftliche Forschungsmethoden (nur PO 2015).....	48
Scientific English (PO 2013: Schlüsselkompetenz)	49
Berufsfeldorientierung (PO 2013: Schlüsselkompetenz)	50
Liste weiterer Module	51

Pflichtmodule

Modul: Physik I (Mechanik, Wärmelehre)	Workload/ Credits 210 h/ 7 CP	Semester: 1.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) zentrale Übung b) Lerngruppe	Präsenzzeit: a) 56 h b) 11 h c) 22 h	Selbststudium: 121 h	Veranstaltungen: a) Physik I, Mechanik, Wärmelehre b) zentrale Übung (freiwillig) c) Lerngruppen zur Physik I	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Einblick in Grundkonzepte der Physik und die Bedeutung von Experimenten und mathematischen Beschreibungen physikalischer Probleme; Fähigkeiten, physikalische Sachverhalte zu kommunizieren und Begriffe zu bilden; Einblick in Wege der Erkenntnisgewinnung anhand historischer Beispiele; Kennen und Anwenden physikalischer Konzepte aus den Bereichen Klassische Mechanik und Thermodynamik				
Inhalte: 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				
Lehrformen: Vorlesung, Übung, Lerngruppe				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Als Leistungsnachweis für die Teilnahme an der Vorlesung und den Übungen dient das Ergebnis einer benoteten Klausur. 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 $\geq 50\%$). Wenn eine Teilklausur (z.B. aus Krankheitsgründen) nicht geschrieben werden kann oder in der Summe weniger als 50 % der Klausurpunkte (inkl. Bonuspunkte) erworben werden, besteht die Möglichkeit, den Leistungsnachweis in einer Nachhol-Klausur zum Ende des Semesters zu erwerben. Sie deckt den gesamten Stoffumfang der Vorlesung ab.				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Czarnetzki				
Sonstige Informationen:				

Modul: Physik II (Elektrizitätslehre, Optik)	Workload/ Credits 210 h/ 7 CP	Semester: 2.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) zentrale Übung c) Lerngruppe	Präsenzzeit: a) 56 h b) 11 h c) 22 h	Selbststudium: 121 h	Veranstaltungen: a) Physik II, Elektrizitätslehre, Optik b) zentrale Übung (freiwillig) c) Lerngruppen zur Physik II	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Gewinnen eines Grundverständnisses der Prozesse in der Elektrizitätslehre und Optik durch Vorführung von Experimenten und Vorlesung. Mathematische Lösung der damit zusammenhängenden Probleme.				
Inhalte: Elektrizitätslehre: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - Ausbreitung und Natur des Lichts: Wellen, Strahlen, Reflexion, Brechung, Fermat'sches Prinzip, Huygen'sches Prinzip, Dispersion, Polarisierung - Geometrische Optik: Spiegel, Linsen, Abbildungsfehler, optische Instrumente - Interferenz und Beugung: Kohärenz, dünne Schichten, Doppelspalt, Gitter, Einzelspalt, Auflösungsbegrenzung, Holographie 				
Lehrformen: Vorlesung, Übung, Lerngruppe				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Als Leistungsnachweis für die Teilnahme an der Vorlesung und den Übungen dient das Ergebnis einer benoteten Klausur. 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 $\geq 50\%$). Wenn eine Teilklausur (z.B. aus Krankheitsgründen) nicht geschrieben werden kann oder in der Summe weniger als 50 % der Klausurpunkte (inkl. Bonuspunkte) erworben werden, besteht die Möglichkeit, den Leistungsnachweis in einer Nachhol-Klausur zum Ende des Semesters zu erwerben. Sie deckt den gesamten Stoffumfang der Vorlesung ab.				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Czarnetzki				
Sonstige Informationen:				

Modul: Physik III (Quantenphysik)	Workload/ Credits 420 h/ 14 CP	Semester: 3. u. 4.	Häufigkeit des Angebots: WiSe +SoSe	Dauer: 2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: a) 90 h b) 45 h	Selbststudium: 285 h	Veranstaltungen: im WiSe: a) Physik III (Quantenphysik) – Teil 1 b) Übungen zur Physik III – Teil 1 im SoSe: a) Physik III (Quantenphysik) – Teil 2 b) Übungen zur Physik III – Teil 2	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Grundverständnis der Atom- und Quantenphysik sowie der statistischen Methodik und ihrer Möglichkeiten zur Beschreibung makroskopischer Phänomene; Grundkenntnisse der Festkörperphysik; Grundkenntnisse der Kernphysik und ihrer technischen Anwendungen einschl. Radioaktivität und Strahlenwirkungen; Systematik der Elementarteilchen und Einblick in den Grundaufbau der Materie.				
Inhalte: 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, Comptoneffekt), 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 Zeemaneffekt), 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: H ₂ -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 Einzelprüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung. Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung ist einer der beiden Übungsscheine				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Wieck (Modulbeauftragter), alle Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten des Instituts für Experimentalphysik der Fakultät für Physik und Astronomie				
Sonstige Informationen: Die mündlichen Prüfungen werden halbjährlich angeboten. In der mündlichen Prüfung ist mindestens eine Übungsaufgabe aus einem der beiden Semester Gegenstand der Prüfung.				

Modul: Mathematische Methoden	Workload/ Credits 240 h/ 8 CP	Semester: 1. u.2.	Häufigkeit des Angebots: WiSe +SoSe	Dauer: 2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Lerngruppe	Präsenzzeit: a) 56 h b) 45 h	Selbststudium: 139 h	Veranstaltungen: im WiSe: a) Mathematische Methoden der Physik I b) Übungen zu Mathematische Methoden der Physik I im SoSe: a) Mathematische Methoden der Physik II b) Übungen zu Mathematische Methoden der Physik II	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Kennen und Anwenden grundlegender mathematischer Konzepte für physikalische Problembeschreibungen und -lösungen				
Inhalte: Mathematische Methoden I: Rechnen mit komplexen Zahlen, Taylor-Entwicklung, gewöhnliche Differentialgleichungen, Vektoren Mathematische Methoden II: Matrizen und lineare Abbildungen, krummlinige Koordinatensysteme, Felder, Vektoranalysis, Integralsätze				
Lehrformen: Vorlesung, Lerngruppe				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Als Leistungsnachweis für die Teilnahme an der Vorlesung und den Übungen dient das Ergebnis einer Klausur. Sie besteht aus zwei Teilklausuren, die am Ende der "Mathematischen Methoden I" und am Ende der "Mathematischen Methoden II" geschrieben werden. Das Gesamtergebnis für den Leistungsnachweis ergibt sich aus dem arithmetischen Mittelwert der Ergebnisse der beiden Teilklausuren (Bestehensgrenze: Mittelwert $\geq 50\%$). 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 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				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: PD Dr. Fichtner				
Sonstige Informationen:				

Modul: Mathematik I	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: 1.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) zentrale Übung c) Übung	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h c) 22 h	Selbststudium: 181 h	Veranstaltungen: a) Mathematik für Physiker I b) zentrale Übung (freiwillig) c) Übungen zu Mathematik für Physiker I	
Teilnahmevoraussetzungen: keine empfohlen wird der Besuch des mathematischen Vorkurses vor Semesterbeginn				
Lernergebnisse: Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe der Analysis einer Veränderlichen und beherrschen die zugehörigen Rechentechniken, insbesondere das Rechnen mit Grenzwerten sowie die Differential- und Integralrechnung. Sie lernen grundlegende mathematische Argumentations- und Beweistechniken kennen und können diese anwenden.				
Inhalte: 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, Übung				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: 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 ist der regelmäßige Besuch der Lehrveranstaltungen sowie eine gewissenhafte Beschäftigung mit den Übungsaufgaben unabdingbar.				

Modul: Mathematik II	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: 2.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) zentrale Übung c) Übung	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h c) 22 h	Selbststudium: 181 h	Veranstaltungen: a) Mathematik für Physiker II b) zentrale Übung (freiwillig) c) Übungen zu Mathematik für Physiker II	
Teilnahmevoraussetzungen: keine empfohlen wird der Besuch der Veranstaltung Mathematik I				
Lernergebnisse: Die Studierenden werden mit der Theorie der Vektorräume und Linearen Abbildungen vertraut, kennen Anwendungsfelder dieser Theorie und beherrschen die zugehörigen Techniken, insbesondere das Rechnen mit Matrizen. Sie kennen mathematische Argumentations- und Beweistechniken aus dem Bereich der Linearen Algebra und können diese auf konkrete Aussagen anwenden. Sie erarbeiten sich so wesentliche Begriffe und Grundlagen für die Analysis mehrerer Veränderlicher sowie für die theoretische Behandlung der Quantenmechanik.				
Inhalte: 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-Schmidtsches Orthonormalisierungsverfahren; normale (selbstadjungierte und symmetrische) Endomorphismen; Spektralsätze und Hauptachsentransformation.				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Abbondandolo				
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 ist der regelmäßige Besuch der Lehrveranstaltungen sowie eine gewissenhafte Beschäftigung mit den Übungsaufgaben unabdingbar.				

Modul: Mathematik III	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: 3.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h	Selbststudium: 203 h	Veranstaltungen: a) Mathematik für Physiker und Geophysiker III b) Übungen zu Mathematik für Physiker und Geophysiker III	
Teilnahmevoraussetzungen: keine empfohlen wird der Besuch der Veranstaltungen Mathematik I+II				
Lernergebnisse: Die Studierenden lernen die grundlegenden Begriffe der Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer reeller Veränderlicher kennen und sind mit den mathematischen Herleitungen der wichtigsten Sätze vertraut. Sie beherrschen die zugehörigen Techniken, insbesondere die Differentiation, Extremwertbestimmung und Integration und sind in der Lage, die vorgestellten Sätze auf konkrete Probleme anzuwenden. Die Inhalte der Vorlesungen Mathematik I-III versetzen die Studierenden in die Lage, an den meisten weiterführenden Mathematikvorlesungen teilnehmen zu können.				
Inhalte: Die Vorlesung befasst sich mit der Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher. Dabei geht es um Differentialrechnung im \mathbf{R}^n sowie um die Differentiation in normierten Vektorräumen, höhere Ableitungen und Taylorformel, Anwendung auf Bestimmung von Extrema mit und ohne Nebenbedingungen, Kurvenintegrale, Integration im \mathbf{R}^n und Rechenregeln der Integration (Satz von Fubini, Transformationsformel), Vektoranalysis und Integralsätze im \mathbf{R}^2 und \mathbf{R}^3 .				
Lehrformen: Vorlesung, Übung, selbstständiges Bearbeiten von Aufgaben				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Abbondandolo				
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 ist der regelmäßige Besuch der Lehrveranstaltungen sowie eine gewissenhafte Beschäftigung mit den Übungsaufgaben unabdingbar.				

Modul: Klassische Theoretische Physik (Mechanik, Elektrodynamik)	Workload/ Credits 420 h/ 14 CP	Semester: 2. + 3.	Häufigkeit des Angebots: SoSe + WiSe	Dauer: 2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: a) 90 h b) 45 h	Selbststudium: 285 h	Veranstaltungen: im SoSe: a) Klassische theoretische Physik I b) Übungen zu Klassische theoretische Physik I im WiSe: a) Klassische theoretische Physik II b) Übungen zu Klassische theoretische Physik II	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Klassische Theoretische Physik I: Formulierung physikalischer Modelle und ihre mathematische Bearbeitung, Entwicklung eines theoretischen Fundaments. Umgang mit Differentialgleichungen als Werkzeug zur Beschreibung physikalischer Prozesse, Kenntnis wichtigster Modellprobleme der Mechanik. Klassische Theoretische Physik II: Verständnis der Grundlagen der klassischen Elektrodynamik, Formulierung physikalischer Modelle und ihre mathematische Bearbeitung. Verständnis für unterschiedliche Konzepte physikalischer Wechselwirkung (Kraft, Feld, Geometrie).				
Inhalte: 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 Einzelprüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung. Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung ist einer der beiden Übungsscheine				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Efetov (Modulbeauftragter), alle Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten des Instituts für Theoretische Physik der Fakultät für Physik und Astronomie				
Sonstige Informationen: Die mündlichen Prüfungen werden halbjährlich angeboten. In der mündlichen Prüfung ist mindestens eine Übungsaufgabe aus einem der beiden Semester Gegenstand der Prüfung.				

Modul: Einführung in die Quantenmechanik und Statistik	Workload/ Credits 180 h/ 6 CP	Semester: 4.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h	Selbststudium: 113 h	Veranstaltungen: a) Einführung in die Quantenmechanik und Statistik b) Übungen zur Einführung in die Quantenmechanik und Statistik	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Gewinnen eines Grundverständnisses von Quantenmechanik und statistischer Physik . Mathematische Lösung entsprechender Probleme, Abstraktionsprozesse in der Quantenmechanik (z.B. Welle-Teilchen Dualismus, Interpretation von Wellenfunktionen, Hilbert-Raum) und Statistik (z.B. Gesamtheiten).				
Inhalte: Grundbegriffe, Schrödingergleichung, Eindimensionale Systeme, Näherungsverfahren, Formale Struktur der Quantenmechanik, Dreidimensionale Systeme, Störungsrechnung Statistische Gesamtheiten, Dichtematrix, ideale Quantengase				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Schlickeiser				
Sonstige Informationen:				

Modul: Praktikum	Workload/ Credits 480 h/ 16 CP	Semester: 1.-4.	Häufigkeit des Angebots: WiSe + SoSe	Dauer: 4 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Praktika b) Seminare	Präsenzzeit: 240 h	Selbststudium: 240 h	Veranstaltungen: a) Physikalisches Praktikum für Physikerinnen und Physiker, SOWAS b) Seminar S1, Seminar S2	
Teilnahmevoraussetzungen: Praktikum Teil I: Bestehen des Moduls Physik I Praktikum Teil II: Bestehen des Moduls Physik II Praktikum Teil III: erfolgreich absolvierter Teil I oder Teil II Praktikum Teil IV (SOWAS): erfolgreich absolvierte Teile I, II und III				
Lernergebnisse: Praktische Fertigkeiten an speziellen Versuchsaufbauten für elementare Thematiken in der Experimentalphysik. Induktives Erfassen von Phänomenen und Vorgängen in der Natur. Vertiefung der Stoffinhalte der Module Physik I bis III.				
Inhalte: Praktikum Teil I: Mechanik/Wärmelehre Praktikum Teil II: Optik/Elektrizitätslehre Praktikum Teil III: Atom-/Kernphysik Praktikum Teil IV: Projektpraktikum SOWAS Pflichtveranstaltungen (je nach Praktikumsteil): 1. Seminar S1: "Demonstrationsversuch zur Bestimmung von Momentangeschwindigkeiten; Einführung in die Fehlerrechnung" 2. Seminar S2: "Praktischer Strahlenschutz und Strahlenschutzunterweisung; Demonstrationsversuch zum radioaktiven Zerfall" Weitere Informationen unter http://praktikum.physik.rub.de/fachspezifische_informationen/physik/allgemeine_informationen/				
Lehrformen: praktische Übungen				
Prüfungsformen: Protokolle, Kolloquium, Präsentation				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgskriterien im Physikalischen Grundpraktikum: 1. Mündliches Antestat 2. Versuchsdurchführung 3. Anfertigung eines Protokolls mit Abtestat 4. Teilnahme an einem speziellen Kolloquium am Ende des Praktikums 1.-3.: 70% der Benotung, 4.: 30% der Benotung				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Dr. Meyer				
Sonstige Informationen:				

Modul: Lerngruppenleitung	Workload/ Credits 150 h/ 5 CP	Semester: 3. - 5.	Häufigkeit des Angebots: jedes Semester	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Seminar b) Übung (Lerngruppe) c) Seminar	Präsenzzeit: a) 10 h b) 22 h c) 22 h	Selbststudium: 96 h	Veranstaltungen: a) Workshop zur Lerngruppenleitung b) Lerngruppen zu Physik I/II oder zu Mathematische Methoden I/II c) Lerngruppenleitung	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse:				
Inhalte:				
<p>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 Störenfriede werden theoretisch analysiert und praktisch geübt. Ein zweiter Fokus liegt auf den Präsentations- und Moderationsfähigkeiten.</p> <p>b) In den Lerngruppen wird das erworbene Wissen praktisch angewendet. Jeweils zwei Lerngruppenleiter/-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 Lerngruppenleiter/-innen sind explizit nicht für die fachliche Vermittlung von Inhalten verantwortlich. Die fachliche Verantwortung liegt bei der/dem jeweiligen Modulbeauftragten, dessen Übungsgruppe unterstützt wird.</p> <p>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.</p>				
Lehrformen: Seminar, Übung				
Prüfungsformen: praktische Prüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: 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				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Czarnetzki, Dr. Fichtner				
Sonstige Informationen:				

Modul: Einführung in wissenschaftliches Arbeiten	Workload/ Credits 150 h/ 5 CP	Semester: 6.	Häufigkeit des Angebots: Blockveranstaltung vom 04.-07.April 2017	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: a) 22 h b) 22 h	Selbststudium: 106 h	Veranstaltungen: a) Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten b) Übungen zur Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die Studierenden können eine Bachelorarbeit strukturieren und erstellen. Sie haben gelernt, eine Literaturrecherche durchzuführen, ein Literaturverzeichnis zu erstellen und korrekt zu zitieren. Sie können eine 30-seitige Arbeit strukturieren und sowohl eine motivierende Einleitung als auch eine aussagekräftige Zusammenfassung formulieren. Des Weiteren sind sie in der Lage, wissenschaftliche Ergebnisse sachgerecht darzustellen und zu bewerten. Außerdem sind die Studierenden in der Lage, ein Projekt wie z.B. die Bachelorarbeit zu planen und durchzuführen. Hierzu gehören die Grundzüge im Zeitmanagement und der Projektarbeit.				
Inhalte: a) Es werden die grundlegenden und methodischen Fähigkeiten der Literaturrecherche, das Erstellen einer Abschlussarbeit, eine Einführung in LaTeX, das Halten von wissenschaftlichen Vorträgen, die Theorie des wissenschaftlichen Arbeitens sowie nützliche Software 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 Bachelorarbeit.				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Übung				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: aktive Teilnahme an der Vorlesung , aktive Teilnahme an den Übungen (>75 %)				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: unbenotetes Modul, geht nicht in die Endnote ein				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Tjus				
Sonstige Informationen: Dieses Modul soll in der Regel während der Vorbereitungszeit zur Bachelorarbeit belegt werden (parallel zum Modul „Methodenkenntnis und Projektplanung“).				

Modul: Methodenkenntnis und Projektplanung (B.Sc.)	Workload/ Credits 390 h/ 13 CP	Semester: 6.	Häufigkeit des Angebots: SoSe od. WiSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Praktische Übung b) Seminar	Präsenzzeit: a) 300 h b) 22 h	Selbststudium: 68 h	Veranstaltungen:	
Teilnahmevoraussetzungen: PO 2013: keine PO 2015: Zulassung zur Bachelorarbeit ist erfolgt (d.h. alle Pflicht- und Wahlpflichtmodule (122 CP) mit Ausnahme dieses Moduls und des Pflichtmoduls „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“ und Wahlmodule im Umfang von 10 CP sind nachzuweisen).				
Lernergebnisse: a) Die Studierenden haben in den praktischen Übungen die notwendigen praktischen Kompetenzen erlernt, um mit der Bachelorarbeit zu beginnen. Dies beinhaltet je nach gewähltem Schwerpunkt entweder experimentelle Kompetenzen (z.B. Bedienung eines Experimentiergeräts) oder theoretische Kompetenzen (z.B. Bedienung des notwendigen Computercodes). Zusätzlich finden sich die Studierenden in der Arbeitsgruppe zurecht und können die wissenschaftlichen Fragestellungen einordnen. Des Weiteren haben die Studierenden die ersten Grundzüge des Zeitmanagements und der Projektarbeit erlernt und sind in der Lage, die anstehende Bachelorarbeit zeitlich und inhaltlich zu planen. b) Das Seminar dient zur Erarbeitung eines konkreten Themas für die Bachelorarbeit. Am Ende des Moduls wird ein Themenvorschlag für die Bachelorarbeit im Prüfungsamt eingereicht.				
Inhalte: 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, Seminare				
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				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten der Fakultät für Physik und Astronomie oder auf Antrag anderer Fakultäten/Universitäten				
Sonstige Informationen: nur PO 2015: Mit der Zulassung zur Bachelor-Arbeit beginnt die Vorbereitungszeit von 12 Wochen.				

Modul: Bachelorarbeit	Workload/ Credits 360 h/ 12 CP	Semester: 6.	Häufigkeit des Angebots: WiSe od. SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: Abschlussarbeit	Präsenzzeit: 300 h	Selbststudium: 60 h	Veranstaltungen:	
Teilnahmevoraussetzungen: PO 2013: Alle Pflicht- und Wahlpflichtmodule (140 CP) und Wahlmodule im Umfang von 10 CP sind nachzuweisen. PO 2015: Die Pflichtmodule „Methodenkenntnis und Projektplanung (B.Sc.)“ und „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“ sind nachzuweisen.				
Lernergebnisse: Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, ein definiertes physikalisches Problem unter Anleitung innerhalb einer vorgegebenen Frist mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und die Ergebnisse sachgerecht darzustellen.				
Inhalte: 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/des Themenstellerin/Themensteller. Thema und Aufgabe sind so zu formulieren, dass sie innerhalb von 10 Wochen mit einem Arbeitsaufwand im Umfang von 12 CP bearbeitet werden können				
Lehrformen:				
Prüfungsformen: schriftliche Prüfungsarbeit				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Pflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten der Fakultät für Physik und Astronomie oder auf Antrag anderer Fakultäten/Universitäten				
Die Liste der aktuellen Themensteller/innen bei Bachelorarbeiten finden Sie auf unseren internen Seiten/ Studium und Lehre				
Sonstige Informationen: Die Bachelorarbeit muss in einem der beiden Fachgebiete angefertigt werden, in dem Wahlpflichtmodule absolviert wurden.				

Wahlpflichtmodule

Modul: Einführung in die Astrophysik	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1-2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung c) F-Praktikum (3 Versuche aus dem Bereich Astrophysik/ Astronomie)	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h c) 21 h	Selbststudium: 182 h	Veranstaltungen: a) Einführung in die Astrophysik b) Übungen zur Einführung in die Astrophysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die in der Experimentalphysik erworbenen Grundkenntnisse werden anhand der Einführung in ein Teilgebiet angewandt und vertieft. Kenntnisse ausgewählter physikalischer Theorien und Begriffe sowie die Fähigkeit, die gesellschaftliche Bedeutung der Physik zu begründen, werden erlangt. Ein erster Einblick in aktuelle Forschungsaktivitäten wird gewonnen. Im Modul Einführung in die Astrophysik erlernen die Studierenden die verschiedenen messtechnischen und modellbildenden Methoden der Astrophysik, dabei werden zentrale Begriffsbildungen der Astrophysik herausgearbeitet. Kernkompetenzen: Fähigkeit, fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet und selbstständig zu erarbeiten, zu beurteilen und mündlich und schriftlich zu kommunizieren; Fähigkeit, selbstständig physikalische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und darzustellen.				
Inhalte: 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.				
Lehrformen: Vorlesung, Übung, praktische Übung				
Prüfungsformen: Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin fest, auf welche Weise die Prüfungsform erfolgt. Das Modul wird entweder mit einer Klausur, einer mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen. Die anzufertigenden Protokolle der Versuche werden bewertet und gehen in die Modulnote ein.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlpflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Dettmar				
Sonstige Informationen:				

Modul: Einführung in die theoretische Astrophysik	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: ab 5.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1-2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung c) F-Praktikum (3 Versuche aus dem Bereich Astrophysik/ Astronomie)	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h c) 21 h	Selbststudium: 182 h	Veranstaltungen: a) Einführung in die theoretische Astrophysik b) Übungen zur Einführung in die theoretische Astrophysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die in der Theoretischen Physik erworbenen Grundkenntnisse werden anhand der Einführung in ein Teilgebiet angewandt und vertieft. Kenntnisse ausgewählter physikalischer Theorien und Begriffe sowie die Fähigkeit, die gesellschaftliche Bedeutung der Physik zu begründen, werden erlangt. Ein erster Einblick in aktuelle Forschungsaktivitäten wird gewonnen. Im Modul Einführung in die theoretische Astrophysik erlernen die Studierenden verschiedene modellbildende Methoden der theoretischen Astrophysik, dabei werden zentrale Begriffsbildungen herausgearbeitet. Kernkompetenzen: Fähigkeit, fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet und selbstständig zu erarbeiten, zu beurteilen und mündlich und schriftlich zu kommunizieren; Fähigkeit, selbstständig numerische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und darzustellen.				
Inhalte: Methoden und Ergebnisse der Astrophysik werden für ausgewählte astrophysikalische Systeme eingeführt und in Zusammenhang mit aktuellen Forschungsergebnissen diskutiert. Zu den vermittelten Themen gehören u.a.: Astrophysik: Definition und Grundlagen (letztere werden in wie benötigt in kurzen Exkursen bereitgestellt); Sterne: Zustandsgrößen, Entstehung, Aufbau, Entwicklung und Endzustände; Sternatmosphären: Struktur und Strahlungstransport; Sternwinde: Beschleunigung, Struktur und Wechselwirkung mit dem interstellaren Medium; Milchstraße, Galaxien; Kosmische Strahlung: Beschleunigung und Transport.				
Lehrformen: Vorlesung, Übung, praktische Übung				
Prüfungsformen: Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin fest, auf welche Weise die Prüfungsform erfolgt. Das Modul wird entweder mit einer Klausur, einer mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen. Die anzufertigenden Protokolle der Versuche werden bewertet und gehen in die Modulnote ein.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlpflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Tjus				
Sonstige Informationen:				

Modul: Einführung in die Biophysik	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: ab 5.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1-2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung c) F-Praktikum (3 Versuche aus dem Bereich Biophysik)	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h c) 21 h	Selbststudium: 182 h	Veranstaltungen: a) Einführung in die Biophysik b) Übungen zur Einführung in die Biophysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die in der Experimentalphysik und Theoretischen Physik erworbenen Grundkenntnisse werden anhand der Einführung in ein Teilgebiet angewandt und vertieft. Kenntnisse ausgewählter physikalischer Theorien und Begriffe sowie die Fähigkeit, die gesellschaftliche Bedeutung der Physik zu begründen, werden erlangt. Ein erster Einblick in aktuelle Forschungsaktivitäten wird gewonnen. Im Modul Einführung in die Biophysik erhalten die Studierenden einen Überblick über molekulare Strukturen lebender Materie sowie Kenntnis experimenteller Methoden der Biophysik. Sie erlernen die Beschreibung von Gleichgewichten und Reaktionen sowie die Nutzung von Datenbanken und Servern. Kernkompetenzen: Fähigkeit, fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet und selbstständig zu erarbeiten, zu beurteilen und mündlich und schriftlich zu kommunizieren; Fähigkeit, selbstständig physikalische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und darzustellen.				
Inhalte: Struktur biologischer Materie: Vom Atom zum Protein Spektroskopische Methoden Röntgenkristallographie Thermodynamik von Gleichgewichten und Reaktionen Reaktionskinetik und Elektrochemie Bioinformatik				
Lehrformen: Vorlesung, Übung, praktische Übung				
Prüfungsformen: Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin fest, auf welche Weise die Prüfungsform erfolgt. Das Modul wird entweder mit einer Klausur, einer mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen. Die anzufertigenden Protokolle der Versuche werden bewertet und gehen in die Modulnote ein.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlpflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Gerwert, Prof. Dr. Hofmann				
Sonstige Informationen:				

Modul: Einführung in die Festkörperphysik	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: ab 5.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1-2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung c) F-Praktikum (3 Versuche aus dem Bereich Festkörperphysik)	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h c) 21 h	Selbststudium: 182 h	Veranstaltungen: a) Einführung in die Festkörperphysik I b) Übungen zur Einführung in die Festkörperphysik I c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die in der Experimentalphysik erworbenen Grundkenntnisse werden anhand der Einführung in ein Teilgebiet angewandt und vertieft. Kenntnisse ausgewählter physikalischer Theorien und Begriffe sowie die Fähigkeit, die gesellschaftliche Bedeutung der Physik zu begründen, werden erlangt. Ein erster Einblick in aktuelle Forschungsaktivitäten wird gewonnen. Im Modul Einführung in die Festkörperphysik erlernen die Studierenden, die Prinzipien der Behandlung des Vielteilchensystems „Festkörper“ zu verstehen und zu begreifen, wie die mikroskopischen Eigenschaften bezüglich der Struktur, des Schwingungsverhaltens und der elektronischen Struktur das makroskopische Verhalten des Festkörpers bedingen. Kernkompetenzen: Fähigkeit, fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet und selbstständig zu erarbeiten, zu beurteilen und mündlich und schriftlich zu kommunizieren; Fähigkeit, selbstständig physikalische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und darzustellen.				
Inhalte: 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 fest, auf welche Weise die Prüfungsform erfolgt. Das Modul wird entweder mit einer Klausur, einer mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen. Die anzufertigenden Protokolle der Versuche werden bewertet und gehen in die Modulnote ein.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlpflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Roldán Cuenya				
Sonstige Informationen:				

Modul: Einführung in die theoretische Festkörperphysik	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1-2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung c) (3 Versuche aus dem Bereich Festkörperphysik)	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h c) 21 h	Selbststudium: 182 h	Veranstaltungen: a) Einführung in die theoretische Festkörperphysik b) Übungen zur Einführung in die theoretische Festkörperphysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die in der Theoretischen Physik erworbenen Grundkenntnisse werden anhand der Einführung in ein Teilgebiet angewandt und vertieft. Kenntnisse ausgewählter physikalischer Theorien und Begriffe sowie die Fähigkeit, die gesellschaftliche Bedeutung der Physik zu begründen, werden erlangt. Ein erster Einblick in aktuelle Forschungsaktivitäten wird gewonnen. Im Modul Einführung in die theoretische Festkörperphysik lernen die Studierenden, die Prinzipien der Behandlung des Vielteilchensystems „Festkörper“ zu verstehen und zu begreifen, wie die mikroskopischen Eigenschaften bezüglich der Struktur, des Schwingungsverhaltens und der elektronischen Struktur das makroskopische Verhalten des Festkörpers bedingen. Kernkompetenzen: Fähigkeit, fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet und selbstständig zu erarbeiten, zu beurteilen und mündlich und schriftlich zu kommunizieren; Fähigkeit, selbstständig physikalische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und darzustellen.				
Inhalte: 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 fest, auf welche Weise die Prüfungsform erfolgt. Das Modul wird entweder mit einer Klausur, einer mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen. Die anzufertigenden Protokolle der Versuche werden bewertet und gehen in die Modulnote ein.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlpflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Eremin				
Sonstige Informationen:				

Modul: Einführung in die Kern- und Teilchenphysik	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: 5.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1-2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung c) (3 Versuche aus dem Bereich Kern- und Teilchenphysik)	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h c) 21 h	Selbststudium: 182 h	Veranstaltungen: a) Einführung in die Kern- und Teilchenphysik I b) Übungen zur Einführung in die Kern- und Teilchenphysik I c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die in der Experimentalphysik erworbenen Grundkenntnisse werden anhand der Einführung in ein Teilgebiet angewandt und vertieft. Kenntnisse ausgewählter physikalischer Theorien und Begriffe sowie die Fähigkeit, die gesellschaftliche Bedeutung der Physik zu begründen, werden erlangt. Ein erster Einblick in aktuelle Forschungsaktivitäten wird gewonnen. Im Modul Einführung in die Kern- und Teilchenphysik gewinnen die Studierenden ein Grundverständnis der Prozesse mit Elementarteilchen und des Aufbaus der Kerne und der damit verbundenen Kräfte, sie erlernen die Arbeits- und Analysemethoden der Kern- und Teilchenphysik wie Mathematische Beschreibungen zur Lösung von Fragestellungen und Probleme. Kernkompetenzen: Fähigkeit, fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet und selbstständig zu erarbeiten, zu beurteilen und mündlich und schriftlich zu kommunizieren; Fähigkeit, selbstständig physikalische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und darzustellen.				
Inhalte: Konstituenten der Kerne/Hadronen; Das Standardmodell der Teilchenphysik; Streuexperimente; Wirkungsquerschnitte; Eigenschaften von Elementarteilchen; Kerneigenschaften; Elementare Wechselwirkungen; Kernkräfte; Kernpotentiale; Instabile Kerne und Radioaktivität; Beschleunigertypen; Wechselwirkung von Strahlung und Materie; Detektion von Kernen und Teilchen; Kernmodelle; Kernenergie; Medizinische Anwendungen der Kernphysik; Moderne Anwendungen der Kernphysik; Moderne Forschungsthemen in der Kernphysik wie Neutrinomasse, Relativistische Schwerionenphysik.				
Lehrformen: Vorlesung, Übung, praktische Übung				
Prüfungsformen: Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin fest, auf welche Weise die Prüfungsform erfolgt. Das Modul wird entweder mit einer Klausur, einer mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen. Die anzufertigenden Protokolle der Versuche werden bewertet und gehen in die Modulnote ein.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlpflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Wiedner				
Sonstige Informationen:				

Modul: Einführung in die Plasmaphysik	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: 4.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1-2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung c) (3 Versuche aus dem Bereich Plasmaphysik)	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h c) 21 h	Selbststudium: 182 h	Veranstaltungen: a) Einführung in die Plasmaphysik I b) Übungen zur Einführung in die Plasmaphysik I c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die in der Experimentalphysik erworbenen Grundkenntnisse werden anhand der Einführung in ein Teilgebiet angewandt und vertieft. Kenntnisse ausgewählter physikalischer Theorien und Begriffe sowie die Fähigkeit, die gesellschaftliche Bedeutung der Physik zu begründen, werden erlangt. Ein erster Einblick in aktuelle Forschungsaktivitäten wird gewonnen. Im Modul Einführung in die Plasmaphysik erlangen die Studierenden das Verständnis grundlegender Phänomene und Gesetzmäßigkeiten der Plasmaphysik, sie erlernen die Beschreibung von Plasmen im Teilchen- und Flüssigkeitsbild sowie die Grundlagen der kinetischen Beschreibung neben den Grundlagen der kontrollierten Fusion auch einige Grundkonzepte technischer Plasmen. Kernkompetenzen: Fähigkeit, fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet und selbstständig zu erarbeiten, zu beurteilen und mündlich und schriftlich zu kommunizieren; Fähigkeit, selbstständig physikalische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und darzustellen.				
Inhalte: Grundkonzepte und Plasmapdefinition, 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 fest, auf welche Weise die Prüfungsform erfolgt. Das Modul wird entweder mit einer Klausur, einer mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen. Die anzufertigenden Protokolle der Versuche werden bewertet und gehen in die Modulnote ein.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlpflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Czarnetzki				
Sonstige Informationen:				

Modul: Einführung in die theoretische Plasmaphysik	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1-2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung c) (3 Versuche aus dem Bereich Plasmaphysik)	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h c) 21 h	Selbststudium: 182 h	Veranstaltungen: a) Theoretische Plasmaphysik b) Übungen zur Theoretischen Plasmaphysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die in der Theoretischen Physik erworbenen Grundkenntnisse werden anhand der Einführung in ein Teilgebiet angewandt und vertieft. Kenntnisse ausgewählter physikalischer Theorien und Begriffe sowie die Fähigkeit, die gesellschaftliche Bedeutung der Physik zu begründen, werden erlangt. Ein erster Einblick in aktuelle Forschungsaktivitäten wird gewonnen. Im Modul Einführung in die theoretische Plasmaphysik erlangen die Studierenden das Verständnis grundlegender Phänomene und Gesetzmäßigkeiten der Plasmaphysik, sie erlernen die Beschreibung von Plasmen im Teilchen- und Flüssigkeitsbild sowie die Grundlagen der kinetischen Beschreibung neben den Grundlagen der kontrollierten Fusion auch einige Grundkonzepte technischer Plasmen. Kernkompetenzen: Fähigkeit, fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet und selbstständig zu erarbeiten, zu beurteilen und mündlich und schriftlich zu kommunizieren; Fähigkeit, selbstständig physikalische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und darzustellen.				
Inhalte: Grundkonzepte und Plasmapdefinition, 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 fest, auf welche Weise die Prüfungsform erfolgt. Das Modul wird entweder mit einer Klausur, einer mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen. Die anzufertigenden Protokolle der Versuche werden bewertet und gehen in die Modulnote ein.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlpflichtmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Grauer				
Sonstige Informationen:				

Wahlmodule

PO 2013 (freier Wahlbereich oder Schlüsselkompetenzen)

PO 2015 (freier Wahlbereich)

Modul: Grundlagen der Astronomie	Workload/ Credits 180 h/ 6 CP	Semester: ab 3.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveran- staltungsart: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: a) 45h b) 22 h	Selbst- studium: 113 h	Veranstaltungen: a) Grundlagen der Astronomie b) Übungen zu Grundlagen der Astronomie	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Diese 4-stündige Vorlesung soll einen Gesamtüberblick über die moderne Astronomie geben und gleichzeitig die nötigen Grundlagen für spätere vertiefende Astronomie/ Astrophysik Vorlesungen auf fortgeschrittenem Niveau legen. Die Stellung der heutigen Astronomie als ein modernes, naturwissenschaftliches Fach in enger Verbindung mit der Physik (Astrophysik) wird dabei besonders betont. Daher werden im Laufe der Vorlesung viele Konzepte aus der Physik (von der Mechanik und Optik bis zu Atom- und Kernphysik und Relativitätstheorie) angesprochen und genutzt. Die Teilnehmer können abschließend die verschiedenen astronomischen Phänomene einordnen und durch wichtige charakteristische Parameter quantitativ beschreiben sowie die Anwendung einfacher physikalischer Gesetzmäßigkeiten motivieren.				
Inhalte: Die Vorlesung "Grundlagen der Astronomie" soll einen Überblick über die verschiedenen Strukturkomponenten des Universums geben. 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, so dass 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 oder die größten Strukturen im Universum.				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Das Modul wird nach Wahl mit einer Klausur, mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Dettmar				
Sonstige Informationen:				

Modul: Physik auf dem Computer	Workload/ Credits 120 h/ 4 CP	Semester: ab 3.	Häufigkeit des Angebots: WiSe/SoSe	Dauer: 2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Übung b) Übung	Präsenzzeit: a) 22 h b) 22 h	Selbststudium: 76 h	Veranstaltungen: a) Physik auf dem Computer I b) Physik auf dem Computer II	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Physik auf dem Computer I: Grundverständnis des Computer-Algebra-Systems Maple, Vertiefung der Kenntnisse der Vorlesung "Grundlagen der Mechanik und Elektrodynamik" Physik auf dem Computer II: Grundverständnis der Quantenmechanik, Vertiefung der Kenntnisse der Vorlesung "Grundlagen der Quantenmechanik und Statistik"				
Inhalte: Physik auf dem Computer I: Grundlagen des Computer-Algebra-Systems Maple, Vektoren und Tensoren, Vektorfelder, Koordinatensysteme, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Wegintegrale, Volumenintegrale, Oberflächenintegrale, Lagrange-Formalismus, Trägheitsmoment, elektrostatisches Potential, Biot-Savart-Gesetz; Beispiele aus "Grundlagen der Mechanik und Elektrodynamik" Physik auf dem Computer II: Grundbegriffe der Quantenmechanik, Lösung der Schrödingergleichung, Drehimpuls, Atomstruktur; begleitend zur "Quantenmechanik"				
Lehrformen: Übung				
Prüfungsformen: regelmäßige aktive Teilnahme (>75%), in die Note fließen die Ergebnisse von kleineren Tests ein.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Tjus				
Sonstige Informationen:				

Modul: Digitalelektronik	Workload/ Credits 120 h/ 4 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Praktische Übungen	Präsenzzeit: a) 22 h b) 22 h	Selbststudium: 76 h	Veranstaltungen: a) Digitalelektronik b) Übungen zur Digitalelektronik	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die Fähigkeit, einfache digitale Schaltungen zu entwerfen, aufzubauen und zu analysieren, soll vermittelt werden. Bauelemente hierbei sind: Gatter, Flipflops, Register, Decoder, Zähler, Multiplexer und Addierer. Analyse und Entwurf von einfachen kombinatorischen, sequentiellen Schaltungen und simpler Automaten sollen erlernt werden.				
Inhalte: Schaltfunktionen, Schaltalgebra, Bipolar- und Feldeffekttransistoren, integrierte digitale Schaltungen, (De-) Kodierung, Rechenschaltungen, Flipflops, Automaten, Zahlensysteme...				
Lehrformen: Vorlesung, Praktische Übung				
Prüfungsformen: Praktische Übung				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Dr. Reicherz, PD Dr. Heinsius				
Sonstige Informationen: http://www.ep1.rub.de/~jonas/Lehre/Digitalelektronik/				

Modul: Analogelektronik	Workload/ Credits 120 h/ 4 CP	Semester: ab 5.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Praktische Übungen	Präsenzzeit: a) 22 h b) 22 h	Selbststudium: 76 h	Veranstaltungen: a) Analogelektronik b) Übungen zur Analogelektronik	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Einfache analoge Schaltungen entwerfen, aufbauen und analysieren können.				
Inhalte: 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 Übung				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: PD Dr. Heinsius, Dr. Reicherz				
Sonstige Informationen: http://www.ep1.rub.de/~jonas/Lehre/Analogelektronik/				

Modul: Messmethoden der Physik	Workload/ Credits 120 h/ 4 CP	Semester: ab 5.	Häufigkeit des Angebots: WiSe Nicht im WiSe 16/17	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: a) 22 h b) 22 h	Selbststudium: 76 h	Veranstaltungen: a) Messmethoden der Physik b) Übungen zu Messmethoden der Physik	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Verständnis des physikalischen Messvorganges an sich u. der problemorientierten Wahl von Komponenten f. eine Messvorrichtung; Kenntnis gängiger Methoden der Signalaufbereitung u. Datenanalyse, insbesondere durch Analogelektronik (RC, Diode, Transistor, OPAMP); Kenntnis der Funktionsprinzipien u. Einsatzbereiche ausgewählter Detektoren; praktische Erfahrungen im Umgang m. komplexeren Labor-Messeinrichtungen.				
Inhalte: Vermittlung der Messprinzipien und -techniken in der Physik: Grundstrukturen u. Übertragungseigenschaften von Messstrecken; Fehlerquellen u. deren Berücksichtigung in Messaufbau und Datenauswertung; Grenzen der Messgenauigkeit u. Maßnahmen zur Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnisses; Detektoren f. Teilchen u. elektromagnetische Strahlung. Da praktisch alle Messungen durch elektrische Signale vermittelt werden, wird in dieser Vorlesung großer Wert auf Analogelektronik u. Analog/Digitalwandlung gelegt. Letztere wird beispielhaft m. einem Interfacebaustein (Arduino Duemilanove USB) praktisch durchgeführt. Begleitende Übungen in Form von Haus- u. Präsenzaufgaben u. in praktischen Demonstrationen an Laboraufbauten; eigenständige Durchführung von Messaufgaben im Labor nach Maßgabe von Teilnehmerzahl u. vorhandener Ausstattung.				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Das Modul wird nach Wahl mit einer Klausur, mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: N. N.				
Sonstige Informationen:				

Modul: Computational Physics I	Workload/ Credits 120 h/ 4 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: a) 22 h b) 22 h	Selbststudium: 76 h	Veranstaltungen: a) Computational Physics I b) Übungen zur Computational Physics I	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Erlernen grundlegender numerischer Methoden und Verfahren, Implementation und Verifikation, Anwendung auf physikalische Modellprobleme.				
Inhalte: Numerisches Differenzieren und Integrieren, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, lineare Gleichungssysteme, FFT, Monte-Carlo Methoden, Praktische Übungen mit Matlab				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Das Modul wird nach Wahl mit einer Klausur, mündlichen Prüfung oder einem Projektarbeit abgeschlossen.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Dr. Dreher				
Sonstige Informationen:				

Modul: Computational Physics II	Workload/ Credits 120 h/ 4 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: ab SoSe 2017	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: a) 22 h b) 22 h	Selbststudium: 76 h	Veranstaltungen: a) Computational Physics II b) Übungen zur Computational Physics II	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Erlernen grundlegender numerischer Methoden und Verfahren, Implementation und Verifikation, Anwendung auf physikalische Modellprobleme.				
Inhalte: Multiskalenmethoden: FFT, Multigrid, Wavelets, Barnes-Hut, Fast Multipole Method, Particle in Cell Methoden (Boris-Push) Stochastische Differentialgleichungen, Monte-Carlo-Methoden, Metropolis Algorithmus, Ising Modell Parallelsierung: MPI, CUDA Finite Volumen, Discontinues Galerkin				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Das Modul wird nach Wahl mit einer Klausur, mündlichen Prüfung oder einem Projektarbeit abgeschlossen.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende:				
Sonstige Informationen:				

Modul: Scientific Programming	Workload/ Credits 120 h/ 4 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: WiSe Nicht im WiSe 16/17	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: a) 22 h b) 22 h	Selbststudium: 76 h	Veranstaltungen: a) Scientific Programming b) Exercise: Scientific Programming	
Teilnahmevoraussetzungen: empfohlen werden Kenntnisse der Mathematische Methoden der Physik und der Klassischen theoretischen Physik				
Lernergebnisse: Das Erlernen obiger Techniken, der Fähigkeit zu selbstständigem Entwurf der Umsetzung und Validierung einfacher Berechnungsprogramme				
Inhalte: Vermittlung grundlegender Programmiertechniken mit Schwerpunkt auf wissenschaftlichem Rechnen: Datenhaltung, -strukturen, Prozedurale, funktionale, objektbasierte Programmierung. Einfache Algorithmen, Aspekte der Rechenperformance und -ökonomie, Codeverwaltung und Development Workflow Praktische Übungen anhand einfacher Beispielprogramme in C/C++, Fortran, Matlab				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: nach Absprache mündliche Prüfung oder Vortrag/Präsentation einer Projektarbeit (ca. 15 Min.)				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: N. N.				
Sonstige Informationen:				

Modul: Computational Cardiology	Workload/ Credits 120 h/ 4 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: WiSe Nicht im WiSe 16/17	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: a) 22 h b) 22 h	Selbststudium: 76 h	Veranstaltungen: a) Computational Cardiology b) Exercise: Computational Cardiology	
Teilnahmevoraussetzungen: empfohlen werden gute Mathematikkenntnisse, Elektrodynamik und/oder partielle Differentialgleichungen, Programmierung und Numerik auf dem Niveau von Computational Physics I oder vergleichbar				
Lernergebnisse: Erwerb der Kenntnis der elektrophysiologischen Zusammenhänge der Erregungsleitung im Herzen und ihre mathematische Modellierung Erlernen des Einsatzes numerischer Verfahren für großskalige zeitabhängige Simulation von Reizleitung, Störungen und Therapien Einblick in die Implementation einfacher numerischer Verfahren				
Inhalte: Grundlagen der Elektrophysiologie des Herzens, Erregungsstörungen Zellmembranmodelle als dynamische Systeme Numerische Methoden für gewöhnliche Differentialgleichungen Modelle des Herzmuskelgewebes: Bi- und Monodomainmodell, Reaktions-Diffusionsgleichungen Finite-Differenzen-, volumen- und gitterfrei Diskretisierungen Parallelisierung Überblick über aktuelle Anwendungsstudien und deren numerische Umsetzung				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: mündliche Prüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Dr. Dreher				
Sonstige Informationen:				

Modul: Instrumente und Beobachtungsmethoden in der Astronomie und Astrophysik*	Workload/ Credits 90 h/ 3 CP	Semester: ab 3.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: a) 22 h b) 11 h	Selbststudium: 57 h	Veranstaltungen: a) Instrumente und Beobachtungsmethoden in der Astronomie und Astrophysik b) Übungen zu Instrumente und Beobachtungsmethoden in der Astronomie und Astrophysik	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die physikalischen Grundlagen der verschiedenen Beobachtungstechniken und ihre Anwendung in der Astronomie sollen erlernt werden. Exemplarisch werden einige Methoden in den Übungen an ausgewählten praktischen Beispielen erprobt.				
Inhalte: 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: Das Modul wird nach Wahl mit einer Klausur, mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: PD Dr. Bomans				
Sonstige Informationen: *identisch mit dem Modul Messmethoden und Datenverarbeitung in der Astronomie und Astrophysik				

Modul: Theoretisches Minimum	Workload/ Credits 60 h/ 2 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Seminar b) praktische Übung	Präsenzzeit: a) 11 h b) 11	Selbststudium: 38 h	Veranstaltungen: a) Seminar „Theoretisches Minimum“, b) Übungen zu Theoretisches Minimum	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die Studierenden sollen am Ende des Semesters die wichtigsten mathematischen Fertigkeiten (Werkzeuge der Theoretischen Physik) beherrschen, wie die mathematischen Lösungen von Integralen, Differentialgleichungen und Problemen in der linearen Algebra (auch Vektoralgebra). Das Ziel des Seminars besteht im Training dieser grundlegenden Fertigkeiten.				
Inhalte: 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 nächstem 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 Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Polyakov				
Sonstige Informationen:				

Modul: Mathematik IV	Workload/ Credits 270 h/ 9 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h	Selbststudium: 203 h	Veranstaltungen: a) Mathematik für Physiker und Geophysiker IV b) Übungen zu Mathematik für Physiker und Geophysiker IV	
Teilnahmevoraussetzungen: keine empfohlen wird der Besuch der Veranstaltung Mathematik I-III				
Lernergebnisse: Die Studierenden vertiefen die in Mathematik I-III eingeführten Begriffe der Differential- und Integralrechnung und lernen Resultate und Methoden aus ausgewählten Gebieten kennen, die in der Physik Anwendung finden.				
Inhalte: Die Vorlesung befasst sich mit mindestens zwei der folgenden Themengebiete: <ul style="list-style-type: none"> - Funktionentheorie: komplexe Differenzierbarkeit, Cauchyscher Integralsatz, Laurentreihen, Residuensatz - Gewöhnliche Differentialgleichungen: Existenz und Eindeutigkeit, lineare Systeme, qualitative Theorie - Differentialformen und Integration auf Mannigfaltigkeiten - Lebesguesche Integrationstheorie: Lebesgue-Maß, Lebesgue-Integral, Konvergenzsätze, L^p-Räume - Fouriertransformation und Fourierreihen - Funktionalanalysis: Lineare Operatoren, Hilberträume, Spektraltheorie 				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter 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: Einführung in die Neuroinformatik	Workload/ Credits min. 150 h/ min. 5 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: WiSe/SoSe	Dauer: 1-2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung c) Seminar	Präsenzzeit: min. 75h	Selbststudium: min. 75h	Veranstaltungen: s. Inhalte	
Teilnahmevoraussetzungen: keine empfohlen werden Kenntnisse in der Differentialrechnung, Integralrechnung sowie Grundkenntnisse der Programmierung				
Lernergebnisse: Grundkenntnisse der Neuroinformatik, Anwendung physikalischer Methoden auf neuronale Systeme und Bildverarbeitung				
Inhalte: Veranstaltungen/Module nach Wahl mit insgesamt mindestens 5 CP aus folgender Liste: <ul style="list-style-type: none"> • Sehen in Mensch und Maschine (Vorlesung+Übung, 5CP, Würtz, SoSe) • Mathematics for Modeling and Data Analysis (Vorlesung+Übung, 6CP, Wiskott, SoSe) • Digitale Bildverarbeitung (Vorlesung+Übung, 5CP, Houben, SoSe) • Artificial Neural Networks (Vorlesung,+Übung, 5CP, Würtz, WiSe) • Ausgewählte Themen der Neuroinformatik (Seminar, 3CP, Würtz, WiSe+SoSe) 				
Lehrformen: Vorlesung, Übung, Seminar				
Prüfungsformen: je nach Veranstaltung/Modul				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: PD Dr. Würtz				
Sonstige Informationen:				

Modul: Statistische Methoden in der Daten- und Fehleranalyse	Workload/ Credits 90 h/ 3 CP	Semester: ab 5.	Häufigkeit des Angebots: WiSe Nicht im WiSe 16/17	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: a) 22 h b) 11 h	Selbststudium: 57 h	Veranstaltungen: a) Statistische Methoden in der Daten- und Fehleranalyse b) Übungen zu Statistische Methoden in der Daten- und Fehleranalyse	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die Teilnehmer sollen grundlegende Techniken der Fehleranalyse komplexer physikalischer Messdaten erlangen und diese beurteilen können.				
Inhalte: Messungen und Fehler, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Fehlerarten, Fehlerabschätzungen, Maximum Likelihood Analysen, Methode der kleinsten Fehlerquadrate χ^2 Fit, Confidence Levels, Hypothesen-Test, Monte Carlo-Methoden, Numerische Methoden der Minimierung				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Das Modul wird nach Wahl mit einer Klausur, mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: N. N.				
Sonstige Informationen:				

Modul: Einführung in die Hydrodynamik	Workload/ Credits 120 h/ 4 CP	Semester: ab 5.	Häufigkeit des Angebots: WiSe Nicht im WiSe 16/17	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: a) 34 h b) 11 h	Selbststudium: 75 h	Veranstaltungen: a) Einführung in die Hydrodynamik b) Übungen zu Einführung in die Hydrodynamik	
Teilnahmevoraussetzungen: keine, empfohlen werden Kenntnisse der Mathematischen Methoden der Physik sowie der Klassischen theoretischen Physik				
Lernergebnisse: Die Lehrveranstaltung hat zum Ziel die Teilnehmer mit der Fluidbeschreibung der Dynamik von Flüssigkeiten, Gasen und Plasmen vertraut zu machen.				
Inhalte: Historische Einführung, Grundbegriffe, Gliederung der Hydrodynamik, Grundgleichungen, Potential- und Wirbelströmungen, Stoßwellen, relativistische Erweiterung, Bemerkungen zur Magnetohydrodynamik				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Das Modul wird nach Wahl mit einer Klausur, mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: N. N.				
Sonstige Informationen:				

Modul: Medizinische Physik I	Workload/ Credits 180 h/ 6 CP	Semester: ab 5.	Häufigkeit des Angebots: WiSe Nicht im WiSe 16/17	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: a) 44 h b) 22 h	Selbststudium: 114 h	Veranstaltungen: a) Medizinische Physik I b) Übungen zu Medizinische Physik I	
Teilnahmevoraussetzungen: keine, empfohlen werden Kenntnisse in Physik I, II, III und der Einführung in die Kern- und Teilchenphysik I				
Lernergebnisse: Erlernen der wichtigsten Funktionen und physikalischen Prinzipien des Körpers. Praxisnahes Erlernen der physikalischen Prinzipien der bildgebenden Verfahren, Methoden der Diagnostik und der Therapie in der modernen Medizin.				
Inhalte: 1. Physiologische Grundlagen des Körpers 2. Biomechanik des Körpers 2.1 Schwerpunkt, Hebel, Drehgelenke 2.2 Elastizität, Plastizität 2.3 Energiehaushalt, Leistungsmessung 3. Physikalische Prinzipien von Organen 3.1 Akustische Sinneswahrnehmung 3.2 Optisches Sinneswahrnehmung 3.3 Herz, Kreislauf, EKG 3.4 Lungenaktion 3.5 Niere 4. Bildgebende Verfahren 4.1 Röntgen, CT, Anographie 4.2 Szintigraphie 4.3 PET 4.4 MRI 4.5 Sonographie				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Das Modul wird nach Wahl mit einer Klausur, mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: N.N.				
Sonstige Informationen: Alternativ können Module der TU Dortmund gehört werden				

Modul: Medizinische Physik II	Workload/ Credits 150 h/ 6 CP	Semester: ab 6.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: a) 44 h b) 22 h	Selbststudium: 114 h	Veranstaltungen: a) Medizinische Physik II b) Übungen zu Medizinische Physik II	
Teilnahmevoraussetzungen: keine, empfohlen werden die Teilnahme an der Medizinischen Physik I sowie Kenntnisse in Physik I, II, III und der Einführung in die Kern- und Teilchenphysik I				
Lernergebnisse: Erlernen der wichtigsten Funktionen und physikalischen Prinzipien des Körpers. Praxisnahes Erlernen der physikalischen Prinzipien der bildgebenden Verfahren, Methoden der Diagnostik und der Therapie in der modernen Medizin.				
Inhalte: 5. Strahlentherapie 5.1 Röntgen, Gamma 5.2 Protonen 5.3 Neutronen 5.4 Brachytherapie 6. Biokompatible Materialien 6.1 Künstliche Gelenke 6.2 Stents 6.3 Nanomaterialien 7. Laseranwendungen 7.1 Augen 7.2 Onkologie, Chirurgie, Endoskopie, etc. 8. Mikroskopie und Spektroskopie				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Das Modul wird nach Wahl mit einer Klausur, mündlichen Prüfung oder einem Übungsschein abgeschlossen.				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Wieck				
Sonstige Informationen:				

Modul: Quantenmechanik II	Workload/ Credits 180 h/ 6 CP	Semester: ab 1.	Häufigkeit des Angebots: WiSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h	Selbststudium: 113 h	Veranstaltungen: a) Advanced quantum mechanics b) Exercises: Advanced quantum mechanics	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Erwerb eines Grundverständnisses der Quantenmechanik für die Bereiche theoretische Kern- und Teilchenphysik, Festkörperphysik, Elementarteilchenphysik				
Inhalte: Streutheorie, zweite Quantisierung, relativistische Wellengleichungen, Grundlagen der Quantenfeldtheorie				
Lehrformen: Vorlesung, Übung				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Schlickeiser				
Sonstige Informationen:				

Modul: Allgemeine Relativitätstheorie	Workload/ Credits 180 h/ 6 CP	Semester: ab 1.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h	Selbststudium: 113 h	Veranstaltungen: a) General relativity b) Exercises: General relativity	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Grundlegendes Verständnis der Gravitation als Krümmung der Raumzeit				
Inhalte: 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 Riemannsche Krümmungstensor; Symmetrien und Killing-Vektoren; Maximal symmetrische Räume; Geodätische Abweichung Gravitation: Physik in gekrümmter Raumzeit; Einstein Gleichungen; Lagrangesche 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: Klausur oder mündliche Prüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Tjus				
Sonstige Informationen:				

Modul: Statistische Physik	Workload/ Credits 180 h/ 6 CP	Semester: ab 1.	Häufigkeit des Angebots: SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: a) 45 h b) 22 h	Selbststudium: 113 h	Veranstaltungen: a) Statistische Physik b) Übungen Statistischen Physik	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Verständnis der wichtigsten Grundlagen der Thermodynamik und der theoretischen statistischen Mechanik. Ausgangspunkt ist die Statistik, daraus wird die Thermodynamik hergeleitet und ihre Anwendungen diskutiert. Danach folgen kanonische und grosskanonische Ensemble und Anwendungen auf das ideale Gas, Gibbsches Paradoxon, spezifische Wärme des Festkörpers und Paramagnetismus. Als nächstes Quantenstatistik mit Photon-Statistik Bose-Einstein-Statistik und Fermi-Dirac- Statistik und Anwendungen auf Strahlung des Schwarzen Körpers, Ideales Gas, Weisse Zwerge, Gitterschwingungen, Bose-Einstein-Kondensation, Ferromagnetismus. Am Schluss: Irreversible Prozesse und Fluktuationen				
Inhalte: 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				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (freier Wahlbereich)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Efetov				
Sonstige Informationen:				

Modul: Präsentation physikalischer Inhalte	Workload/ Credits 60 h/ 2 CP	Semester: ab 3.	Häufigkeit des Angebots: WiSe/ SoSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Seminar b) Übungen	Präsenzzeit: a) 11 h b) 11 h	Selbststudium: 38 h	Veranstaltungen: a) Seminar: Präsentation physikalischer Inhalte b) Übung zu Seminar: Präsentation physikalischer Inhalte	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die Teilnehmer sollen grundlegende Techniken der Erarbeitung, Aufbereitung, Vertiefung und Präsentation physikalischer Inhalte erlernen.				
Inhalte: Die Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse soll anhand der Erarbeitung von Präsentationen zu modernen beispielhaften Themen (z.B. anhand von Artikeln aus „Spektrum der Wissenschaft“, aktuelle Nobelpreise, Darstellung der Ergebnisse eines Projektpraktikums usw.) erlernt werden. Die Teilnehmer sollen selbst einen Vortrag erarbeiten, wobei auch das Eingehen auf unterschiedliche Zielgruppen (z.B. Mitstudierende auf gleichen Niveau, Schülerinnen und Schüler, Zeitungsleserinnen und -leser, populärwissenschaftlicher Abendvortrag usw.) geübt werden soll. <ul style="list-style-type: none"> - Bibliotheksarbeit - Ressourcen im Internet - Datenbanken - Präsentationstechniken (Folien, Poster, Powerpoint usw.) - Diskussion Als weiterer Punkt soll eine kurze Präsentation eigener Forschungsergebnisse (auf Englisch) geprobt werden, wie sie auf wissenschaftlichen Tagungen üblich ist.				
Lehrformen: Seminar, Übung				
Prüfungsformen: Präsentation				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: aktive Teilnahmen an den Seminaren (>75%) und Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (PO 2013: Schlüsselkompetenz)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Köhler				
Sonstige Informationen:				

Modul: Einstieg in wissenschaftliche Forschungsmethoden	Workload/Credits: 60 h / 2 CP	Semester: 1. und 2.	Häufigkeit des Angebots: WiSe und SoSe	Dauer: 2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Seminar b) Praktische Übungen	Präsenzzeit: a) 11 h b) 11 h	Selbststudium: 38 h	Veranstaltungen: a) Seminar „Einstieg in wissenschaftliche Forschungsmethoden“ b) Übungen zum Einstieg in wiss. Forschungsmethoden	
Teilnahmevoraussetzungen: nur für Studierende im ersten Fachsemester Physik (nur PO 2015)				
Lernergebnisse: Die Studierenden erhalten einen Einblick in wissenschaftliche Forschungsmethoden und die Präsentation von Forschungsarbeiten. Sie können ausgewählte Methoden zur Charakterisierung der eigenen Referenzgruppe nutzen.				
Inhalte: Thematischer Ausgangspunkt ist die Untersuchung der Ursachen für die hohen Abbruchquoten in den MINT-Studienfächern, insbesondere Physik. Im Seminar werden empirische Forschungsmethoden zur Beantwortung von Fragestellungen im Zusammenhang mit Lernen und Studieren vorgestellt. Um die praktische Umsetzung der Fragestellung zu ermöglichen, bearbeiten die Studierenden im Rahmen der Veranstaltung Fragebögen, mit denen relevante Daten erhoben werden. Basierend auf den so erfassten Daten sollen die Studierenden eine sie interessierende Fragestellung bezogen auf Lernen und Studieren entwickeln, welche für sie statistisch ausgewertet wird. Die statistischen Daten werden von den Studierenden aufbereitet und auf einem wissenschaftlichen Poster präsentiert, das zuvor in Kriterien geleiteter Gruppenarbeit erarbeitet und erstellt wird.				
Lehrformen: Seminar, Praktische Übung				
Prüfungsformen: Seminarbeitrag				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Teilnahme an den Seminaren (>75%) (Nachholtermine werden angeboten), Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Köhler, Meyer, Möller				
Sonstige Informationen:				

Modul: Scientific English	Workload/ Credits 120 h/ 5 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: SoSe/WiSe	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Seminar b) praktische Übung (Blackboardkurs)	Präsenzzeit: a) 22 h	Selbststudium: 98 h	Veranstaltungen: Englisch für Studierende der Physik und Astronomie und andere Fachbereiche (ab B1/B2)	
Teilnahmevoraussetzungen: Nachweis der Spracheignung durch einen Eingangstest (Anmeldung über www.zfa.rub.de)				
Lernergebnisse: Am Ende des Kurses können die Teilnehmer Vorlesungen über verschiedene Teilbereiche der Physik folgen und fachspezifische Texte (z.B. Fachartikel, Lehrbuchauszüge, Fachbuchauszüge) lesen und weitestgehend ohne Wörterbuch verstehen. Im Anschluss an den Kurs ist ein Einstieg im allgemeinsprachigen Bereich auf dem Niveau B2 möglich.				
Inhalte: Der Kurs ist unterteilt in eine Präsenzphase (2std.) und eine Onlinephase (frei einteilbare Übungszeiten). Der Schwerpunkt liegt auf den rezeptiven Fertigkeiten Hörverstehen und Leseverstehen. Dabei werden verschiedene Lesestrategien vermittelt und angewandt und es wird mit authentischen Vorlesungen auf Blackboard 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. Blackboardkurs im Blended-Learning-Format, in dem anhand der bereitgestellten Materialien und Aufgaben selbstständig gearbeitet werden muss.				
Lehrformen: Seminar, praktische Übung				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: aktive Teilnahme am Seminar (> 75%) und Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (PO 2013: Schlüsselkompetenz)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Mariano				
Sonstige Informationen: Dieses Modul wird vom Zentrum für Fremdsprachenausbildung (www.zfa.rub.de) angeboten.				

Modul: Berufsfeldorientierung	Workload/ Credits 30-150 h/ 1-5 CP	Semester: ab 4.	Häufigkeit des Angebots: WiSe/SoSe Nicht im WS 16/17	Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltungsart: Blockveranstaltungen	Präsenzzeit: a) 15-75 h	Selbststudium: 15-75 h	Veranstaltungen:	
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Lernergebnisse: Die Studierenden erhalten einen ersten Einblick in ihr späteres Berufsleben. Je nach Veranstaltung lernen die Studierenden z.B. wie man eine Bewerbung schreibt bzw. ein Bewerbungsgespräch führt oder welche Berufsfelder für eine/einen Physikabsolventin/Physikabsolventen offen stehen.				
Inhalte: Alle Veranstaltungen, die den Studierenden eine Berufsfeldorientierung bieten, können hier eingebracht werden. Aktuell im Angebot sind folgende Veranstaltungen: „DPG vor Ort“: Studierende können im direkten Gespräch mit Physikerinnen/Physikern Einblicke in verschiedene Berufe erlangen. „Bewerbungstraining mit Infineon“: Studierende bewerben sich auf reale Stellen und erhalten ein Feedback zu ihrer Bewerbungsmappe sowie zum Bewerbungsgespräch in einer Einzelberatung. Zusätzlich findet eine Werksführung statt.				
Lehrformen: Seminar, Praktikum, Workshops				
Prüfungsformen: schriftlicher Bericht				
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung				
Verwendung des Moduls: Wahlmodul (PO 2013:Schlüsselkompetenz)				
Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP				
Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: N. N.				
Sonstige Informationen:				

Liste weiterer Wahlmodule (freier Wahlbereich)

In begründeten Ausnahmefällen können auch Modulen, die nicht in diesem Modulhandbuch stehen, anerkannt werden.

Dazu ist ein begründeter Antrag an den Studienfachberater (Dr. Dirk Meyer) zu stellen.

Aus dem Fach **Chemie**:

Modul:	Workload/ Credits	Semester:	Häufigkeit des Angebots:	Dauer:
Allgemeine Chemie für Geowissenschaftler und Physiker (VNr.: 187 110)	180h/6 CP	ab 1.	WiSe	1 Semester

Aus dem Fach **Mathematik**:

Modul:	Workload/ Credits	Semester:	Häufigkeit des Angebots:	Dauer:
Datenstrukturen	270 h/9 CP	ab 2.	SoSe	1 Semester
Einführung in die Programmierung	180 h/ 6 CP	ab 2.	SoSe	1 Semester
Einführung in die Numerik	270 h/9 CP	ab 4.	SoSe	1 Semester
Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und mathematische Statistik	270 h/9 CP	ab 5.	WiSe	1 Semester
Sommerschule „Nichtlineare Dynamiken“	5 CP	ab 5.	SoSe	Blockkurs

Programmiersprachen (PO 2013: Schlüsselkompetenz):

Es können eine strukturierte Programmiersprache (C, Fortran) und eine objektorientierte Programmiersprache (JAVA, C++, C#) anerkannt werden.

Alle Module aus dem Angebot der RUB können gewählt werden.

Aus dem Angebot des **RUBION** (PO 2013:Schlüsselkompetenz):

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

Aus dem Angebot des **Schreibzentrums** (PO 2013:Schlüsselkompetenz):

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

Aus dem Fach **Wirtschaftswissenschaften** (PO 2013:Schlüsselkompetenz):

Ausführliche Modulbeschreibungen sind in einem gesonderten Modulhandbuch zu finden.