Modulkatalog Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Jenaer Modell

128 Physik

PO-Version 2025

FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA

Inhaltsverzeichnis

PAF.1SP-G	Vorbereitungsmodul Experimentalphysik	3
PAF.2SP-G	Vorbereitungsmodul Theoretische Physik	5
PAF.5SP-G	Vorbereitungsmodul Fachdidaktik Physik	6
PAFBE111	Experimentalphysik I - Mechanik und Wärmelehre	7
PAFBU111	Mathematische Methoden der Physik I	9
PAFBX211	Mathematische Methoden der Physik II	11
PAFBX421	Methoden der modernen Messtechnik	12
PAFBX431	Einführung in die Elektronik	14
PAFBX511	Einführung in die Astronomie	16
PAFBX521	Relativistische Physik	18
PAFBX531	Elektronikpraktikum	20
PAFBX641	Technische Thermodynamik und Physik erneuerbarer Energien	22
PAFGP711	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum	24
PAFLD312	Fachdidaktik Physik I	26
PAFLD611	Fachdidaktik Physik II	28
PAFLE211	Experimentalphysik II - Elektrodynamik	30
PAFLE411	Atom- und Molekülphysik	32
PAFLE511	Festkörperphysik	33
PAFLE811	Kern- und Teilchenphysik	34
PAFLP211	Physikalisches Grundpraktikum	36
PAFLT311	Theoretische Mechanik	38
PAFLT411	Theoretische Elektrodynamik	40
PAFLT511	Theoretische Quantenphysik	41
PAFLT712	Theoretische Thermodynamik und Statistik	43
PAFLX511	Optik	45
PAFLX611	Grundlagen der Physikgeschichte für Lehramtsstudierende	46
PAFLX711	Spezielle Fragen der Physikgeschichte für Lehramtsstudierende	47
PAFLX720	Ausgewählte Themen aus der Schulphysik	48
PAFLX730	Elemente der modernen Physik für das Lehramt	49
PAFLX731	Grundzüge der speziellen Relativitätstheorie LAG	50

PAFLX811	**Kontinuumsmechanik**	**51**
PAFMO150	**Erneuerbare Energien**	**53**
PAFMO187	**Ionenfallen und Präzisionsexperimente**	**55**
PAFMO243	**Optisches Maschinelles Lernen**	**57**
PAF.HASP-G	**Wissenschaftliche Hausarbeit Physik**	**59**
	Abkürzungen	**60**

Hinweis : Hinweis: Prüfungen, den Prüfungen zugeordnete Lehrveranstaltungen sowie Prüfungstermine können in Friedolin unter dem Menüpunkt "Modulkataloge" eingesehen werden. Nach Login wählen Sie dazu bitte Abschluss, Studiengang und Modul. Unmittelbar eingearbeitete Änderungen werden dort zeitnah dargestellt.

Modul **PAF.1SP-G** Vorbereitungsmodul Experimentalphysik	
Modulcode	PAF.1SP-G
Modultitel (deutsch)	Vorbereitungsmodul Experimentalphysik
Modultitel (englisch)	Exam Preparation Module Experimantal Physics
Modul-Verantwortliche/r	vom Landesprüfungsamt bestellte Prüfer
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Zulassung zum ersten Abschnitt der Staatsprüfung durch das Landesprüfungsamt
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	<p>128 LAG Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Seminar: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	5 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	150 h 30 h 120 h
Inhalte	• Seminar: Zusammenfassendes Überblickswissen zur Experimentalphysik, ggf. mit Ausblicken in die Geschichte der Physik oder die Wissenschaftsgeschichte allgemein • Prüfung: Inhalte der Module Experimentalphysik I – Mechanik und Wärmelehre, Experimentalphysik II - Elektrodynamik Physikalisches Grundpraktikum, Optik, Atom- und Molekülphysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik. Zu Beginn des Moduls wird eine Themenliste bekannt gegeben, die die Themen der genannten Module einschränkt und verbindlich für die Inhalte der Prüfung ist.
Lern- und Qualifikationsziele	• Seminar: Die Studierenden können Zusammenhänge zwischen den einzelnen Forschungsbereichen der Experimentalphysik identifizieren, übergeordnete physikalische Prinzipien verdeutlichen sowie wesentliche Vorstellungen und mathematische Lösungsstrategien der Experimentalphysik vertieft anwenden. • Prüfung: Die Kompetenzen werden unter Heranziehung des Kompetenzkatalogs der Staatsprüfungsordnung festgestellt und bewertet.

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (4 Stunden). Wird Experimentalphysik als mündliche Prüfung gewählt, dann ist Theoretische Physik als schriftliche Prüfung zu wählen (und umgekehrt).

Modul **PAF.2SP-G** Vorbereitungsmodul Theoretische Physik	
Modulcode	PAF.2SP-G
Modultitel (deutsch)	Vorbereitungsmodul Theoretische Physik
Modultitel (englisch)	Exam Preparation Module Theoretical Physics
Modul-Verantwortliche/r	vom Landesprüfungsamt bestellte Prüfer
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Zulassung zum ersten Abschnitt der Staatsprüfung durch das Landesprüfungsamt
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	<p>128 LAG Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Seminar: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	5 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	150 h 30 h 120 h
Inhalte	• Seminar: Zusammenfassendes Überblickswissen zur Theoretischen Physik, prüfungsrelevante Aufgabenbeispiele • Prüfung: Inhalte der Module Theoretische Mechanik, Theoretische Elektrodynamik, Theoretische Thermodynamik und Statistik, Theoretische Quantenphysik. Zu Beginn des Moduls wird eine Themenliste bekannt gegeben, die die Themen der genannten Module einschränkt und verbindlich für die Inhalte der Prüfung ist.
Lern- und Qualifikationsziele	• Seminar: Die Studierenden können wesentliche Vorstellungen der Theoretischen Physik und des Umgangs mit den mathematischen Problemlösungsmethoden vertieft erläutern und anwenden. • Prüfung: Die Kompetenzen werden unter Heranziehung des Kompetenzkatalogs der Staatsprüfungsordnung festgestellt und bewertet.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur (4 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min). Ist Theoretische Physik als schriftliche Prüfung gewählt, dann ist Experimentalphysik als mündliche Prüfung zu wählen (und umgekehrt).

Modul **PAF.5SP-G** Vorbereitungsmodul Fachdidaktik Physik	
Modulcode	PAF.5SP-G
Modultitel (deutsch)	Vorbereitungsmodul Fachdidaktik Physik
Modultitel (englisch)	Exam Preparation Module Teaching Methodology in Physics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Zulassung zum ersten Abschnitt der Staatsprüfung durch das Landesprüfungsamt
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	<p>128 LAG Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Seminar: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	5 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	150 h 30 h 120 h
Inhalte	• Wissenschaftstheorie und Physikdidaktik (Phänomen und Theorie, Experimente, Modelle, Analogien, Näherungen...)
Lern- und Qualifikationsziele	• Die Studierenden können die theoretisch-wissenschaftlichen Grundlagen der Fachdidaktik Physik reflektiert anhand der eigenen Praxiserfahrung analysieren und bewerten sowie die Ergebnisse der fachdidaktischen Forschung und die Grundlagen der Physikdidaktik auf die konkrete Unterrichtssituation anwenden.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Mündliche Prüfung (30 Minuten)
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFBE111** Experimentalphysik I - Mechanik und Wärmelehre	
Modulcode	PAFBE111
Modultitel (deutsch)	Experimentalphysik I - Mechanik und Wärmelehre
Modultitel (englisch)	Experimental Physics I (mechanics, thermodynamics)
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. M. Kaluza
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Vorkurs Mathematik
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 B.Sc. Physik: Pflichtmodul 128 LAR Physik: Pflichtmodul 128 LAG Physik: Pflichtmodul 679 B.Sc. Angewandte Informatik: Pflichtmodul (Anwendungsfach Physik) 105 B.Sc. Mathematik: Pflichtmodul (Nebenfach Physik) 079 B.Sc. Informatik: Wahlpflichtmodul (Nebenfach Physik) 039 B.Sc. Geowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 5 SWS Übungen: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	8 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	240 h 105 h 135 h
Inhalte	Newtonsche Mechanik; Energie- und Impulserhaltung; Drehbewegungen, Drehimpuls; Mechanik deformierbarer Körper; Schwingungen und Wellen; Relativbewegungen, spezielle Relativitätstheorie, Wärmelehre: Temperatur, kinetische Gastheorie; reale Gase, Hauptsätze der Thermodynamik
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können grundlegende Kenntnisse der Experimentalphysik aus den Bereichen Mechanik, Relativitätstheorie und Wärmelehre erklären und diskutieren. Sie können sie in Aufgaben aus diesen Themengebieten selbständig anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung der Übungsaufgaben und Zwischentests (Umfang der Bearbeitung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben)

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung am Ende des Semesters. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	Lehrbücher der Experimentalphysik: z.B.: Feynman, Bergmann-Schäfer, Demtröder, Gerthsen, Dransfeld, Halliday, Pohl, etc.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFBU111** Mathematische Methoden der Physik I	
Modulcode	PAFBU111
Modultitel (deutsch)	Mathematische Methoden der Physik I
Modultitel (englisch)	Mathematical Methods of Physics I
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Teilnahme am Vorkurs Mathematik
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 B.Sc. Physik: Pflichtmodul 128 LAR Physik: Pflichtmodul 128 LAG Physik: Pflichtmodul 105 B.Sc. Mathematik: Pflichtmodul (Nebenfach Physik) 679 B.Sc. Angewandte Informatik: Pflichtmodul (Anwendungsfach Physik) 079 B.Sc. Informatik: Wahlpflichtmodul (Nebenfach Physik) 079 M.Sc. Informatik: Wahlpflichtmodul (Nebenfach Physik) 039 B.Sc. Geowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 60 h 60 h
Inhalte	Potenzreihen, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Grundlagen der linearen Algebra: Vektoren, Basen, Koordinatensysteme (auch krummlinige), Matrizen, Determinanten, lineare Gleichungssysteme, Eigenwerte und -vektoren Vektoranalysis: Differentialoperatoren, Kurven-, Flächen- und Volumenintegrale
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können grundlegende mathematische Begriffe und Methoden, deren Kenntnis und Beherrschung für das Verständnis der Theoretischen Mechanik und Elektrodynamik erforderlich ist, erläutern und begründen sowie in Aufgaben selbständig anwenden.

Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung (Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben)
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFBX211** Mathematische Methoden der Physik II	
Modulcode	PAFBX211
Modultitel (deutsch)	Mathematische Methoden der Physik II
Modultitel (englisch)	Mathematical Methods of Physics II
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. M. Kaluza
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Vorkurs Mathematik PAFBU111 Mathematische Methoden der Physik I
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul (freier Bereich) 128 LAR Physik: Pflichtmodul 128 LAG Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 60 h 60 h
Inhalte	Vektoranalysis: Integralsätze (Green, Stokes, Gauß) Funktionenräume Fourierreihe und Fouriertransformation Dirac’sche Delta-Funktion
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können fortgeschrittene mathematische Begriffe und Methoden, deren Kenntnis und Beherrschung für das Verständnis der Theoretischen Mechanik und Elektrodynamik erforderlich ist, erläutern und begründen sowie in Aufgaben selbständig anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung (Prüfungsform wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben)
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFBX421** Methoden der modernen Messtechnik	
Modulcode	PAFBX421
Modultitel (deutsch)	Methoden der modernen Messtechnik
Modultitel (englisch)	Methods of Modern Metrology
Modul-Verantwortliche/r	PD Dr. R. Forker
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFBP111 Grundpraktikum Experimentalphysik I PAFBP211 Grundpraktikum Experimentalphysik II
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul (freier Bereich) 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul 679 B.Sc. Angewandte Informatik: Wahlpflichtmodul (Anwendungsfach Physik)
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	3 SWS Praktikum 1 SWS Seminar
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 60 h 60 h
Inhalte	Grundprinzipien der modernen Messtechnik (Messung kleinster Signale, Spektrenanalyse) Optoelektronik (Bauelemente, Kopplung, Datenübertragung, Photovoltaik) Messdatenerfassung u. –verarbeitung (ADC, DAC, Signalverarbeitung, LabView-Programmierung, digitale Messautomatisierung)
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können Methoden und Inhalte, die für die erfolgreiche Absolvierung des Fortgeschrittenen-Praktikums, einer exp. Abschlussarbeit oder einer selbständig, erfolgreichen experimentellen Tätigkeit im Berufsleben von Bedeutung sind, anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Ausarbeitung von Praktikumsprotokollen (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung

Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	Literatur wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFBX431** Einführung in die Elektronik	
Modulcode	PAFBX431
Modultitel (deutsch)	Einführung in die Elektronik
Modultitel (englisch)	Introduction to Electronics
Modul-Verantwortliche/r	PD Dr. R. Forker
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFBE111 Experimentalphysik I PAFBE211 Experimentalphysik II
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul 679 B.Sc. Angewandte Informatik: Wahlpflichtmodul (Anwendungsfach Physik)
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	2 SWS Vorlesung 2 SWS Übung
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 60 h 60 h
Inhalte	Einführung in die Funktionsweise elektronischer Bauelemente (z.B. Diode, optoelektronische Bauelemente, Transistoren, Operationsverstärker, Digitale Bauelemente) und einfacher elektronischer Schaltungen (Filter, Verstärker, Schaltungen zur Schwingungserzeugung, Schaltungen der Digitalelektronik, Einflüsse von Leitungen usw.)

Lern- und Qualifikationsziele	<p class="Normal tm5">Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse zum Aufbau und zur Wirkungsweise von elektronsichen Bauteilen und Schaltungen. Sie sind in der Lage von den vorgestellten Beispielen sich Kenntnisse über andere elektronische Bauelemente selbst zu erarbeiten. Die Studierenden verfügen übe die Fähigkeiten die Kenngrößen elektronischer Bauelemente zu ermitteln und in praktischen Anwendungen einzusetzen.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung (100%). Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	-
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFBX511** Einführung in die Astronomie	
Modulcode	PAFBX511
Modultitel (deutsch)	Einführung in die Astronomie
Modultitel (englisch)	Introduction to Astronomy
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. A. Krivov
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFBE111 Experimentalphysik I – Mechanik und Wärmelehre PAFBE211 Grundkurs Experimentalphysik II
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul (physikalischer Bereich) 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul 014 LAG Drittfach Astronomie: Pflichtmodul 014 LAR Drittfach Astronomie: Pflichtmodul 128 M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul (Vertiefung Astronomie/ Astrophysik)
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	2 SWS Vorlesung 2 SWS Übung
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 60 h 60 h
Inhalte	Was ist Astronomie? "Kosmographische" Beschreibung des Weltalls Theoretische und beobachtende Methoden der Astronomie Sphärische Astronomie, Astrometrie Himmelsmechanik, Keplersche Gesetze Sonnensystem Sonne und Sterne Milchstraßensystem Galaxien Kosmologie

Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können die unter den Inhalten genannten Themen, Phänomene und Konzepte der Astronomie wiedergeben und erläutern. Sie können einfache Aufgaben aus den verschiedenen Teilgebieten selbständig lösen.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	Karttunen, Kröger, Oja, Poutanen, Donner, Fundamental Astronomy (Springer), Unsöld, Baschek, Der neue Kosmos (Springer), Voigt, Abriss der Astronomie (BI Wissenschaftsverlag)
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFBX521** Relativistische Physik	
Modulcode	PAFBX521
Modultitel (deutsch)	Relativistische Physik
Modultitel (englisch)	Relativistic Physics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. R. Meinel
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFBT211 Theoretische Mechanik PAFBT311 Elektrodynamik PAFBT411 Quantentheorie
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul 128 M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Spezialisierung Gravitations- und Quantentheorie 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	2 SWS Vorlesung 2 SWS Übung
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 60 h 60 h
Inhalte	Spezielle Relativitätstheorie (Relativitätsprinzip; Konstanz der Lichtgeschwindigkeit; Relativität der Gleichzeitigkeit; Raumzeit; Lichtkegel; Eigenzeit; Lorentz-Transformationen; Vierervektoren; Relativistische Mechanik, Elektrodynamik, Hydrodynamik) Allgemeine Relativitätstheorie (Grundideen; Riemannsche Geometrie; Physikalische Gesetze im Riemannschen Raum; Einsteinsche Feldgleichungen; Newtonscher Grenzfall; Schwarzschild-Lösung; Klassische Effekte der ART; Kugelsymmetrische Sternmodelle; Schwarze Löcher)
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können Grundlagen und Methoden der speziell- und allgemein-relativistischen Physik erläutern und zum Lösen einfacher Aufgaben selbständig anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung der Übungsaufgaben (Umfang wird zur Semesterbeginn bekannt gegeben)

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur (ggfs. mündliche Prüfung). Details werden zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.
Zusätzliche Informationen zum Modul	-
Empfohlene Literatur	Literatur wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFBX531** Elektronikpraktikum	
Modulcode	PAFBX531
Modultitel (deutsch)	Elektronikpraktikum
Modultitel (englisch)	Electronics Lab
Modul-Verantwortliche/r	PD Dr. R. Forker
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFBX431 Einführung in die Elektronik
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul 679 B.Sc. Angewandte Informatik: Wahlpflichtmodul (Anwendungsfach Physik)
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	4 SWS Praktikum
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 60 h 60 h
Inhalte	Praktikumsversuche zur Funktionsweise von elektronischen Bauelementen wie: Halbleiterdiode, Z-Diode, Thyristor, Triac, Optoelektronik (Fotowiderstand, -diode, -transistor, Optokoppler), npn-Transistor, MOSFET, Operationsverstärker, Digitalelektronik (TTL, CMOS, A/D-Wandler) anschließendes Lötpraktikum (Aufbau und Inbetriebnahme einer Schaltung auf Universal-Leiterplatten)
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können Grundkenntnisse der Funktionsweisen elektronischer Bauelemente sowie der Schaltungselektronik erläutern sowie praktisch umsetzen.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Testate für Praktikumsversuche mit Protokoll (Anzahl der Testate und Protokolle werden zu Beginn des Moduls bekannt gegeben)

Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	Praktikumsanleitung im Internet, Literatur zum Elektronikpraktikum wie Hinsch
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFBX641** Technische Thermodynamik und Physik erneuerbarer Energien	
Modulcode	PAFBX641
Modultitel (deutsch)	Technische Thermodynamik und Physik erneuerbarer Energien
Modultitel (englisch)	Technical Thermodynamics and Physics of Renewable Energies
Modul-Verantwortliche/r	PD Dr. F. Machalett
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFBE111 Experimentalphysik I – Mechanik und Wärmelehre PAFBP111 Grundpraktikum Experimentalphysik I
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul (freier Bereich) 128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul 039 M.Sc. Geowissenschaften: Wahlpflichtmodul (transdisziplinärer Bereich) 532 M.Sc. Chemie-Energie-Umwelt: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 1,5 SWS Übung: 0,5 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 30 h 90 h
Inhalte	Grundbegriffe der Thermodynamik: Thermodynamisches Gleichgewicht, Hauptsätze Beschreibung offener Systeme und Strömungen, Kreisprozesse und Wirkungsgradvergleiche, z.B. Carnot, Stirling, Otto, Diesel, Seiliger, Joule, Ericsson, Clausius-Rankine, mit Anwendungen wie Motoren, Turbinen, Kraftwerke (Kohle-, Kern- und solarthermische Kraftwerke), Wärmepumpe. Vergleich der Prozessse im Hinblick auf Umweltbelastung, Nutzung konventioneller Energieträger und erneuerbarer Energien.

Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können grundlegende Begriffe und Gesetze der Thermodynamik und ihren Anwendungen in der Technik erläutern. Sie können selbständig Aufgaben der Technischen Thermodynamik, Energietechnik, Automobiltechnik lösen und anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die vorgestellten Anwendungen kritisch zu evaluieren und einen Bezug zu relevanten Problemen herzustellen, insbesondere bei den erneuerbaren Energien.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	- K. Langeheinecke (Hrsg.) u.a., Thermodynamik für Ingenieure, Braunschweig: Vieweg. - K.-F. Knoche, Technische Thermodynamik, Braunschweig: Vie-weg. - E. Hahne, Technische Thermodynamik, Bonn u.a.: Addison-Wesley. - B. Dieckmann, K. Heinloth, Energie, Stuttgart u.a.: Teubner. - E. Rebhahn (Hrsg.), Energiehandbuch, Berlin u.a.: Springer. - V. Quaschnig, Regenerative Energiesysteme, München: Hanser
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFGP711** Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum	
Modulcode	PAFGP711
Modultitel (deutsch)	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum
Modultitel (englisch)	Advanced Physics Lab
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. T. Fritz
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFBE111 Experimentalphysik I – Mechanik und Wärmelehre PAFLE211 Experimentalphysik II - Elektrodynamik PAFLP211 Physikalisches Grundpraktikum PAFLE411 Atom und Molekülphysik
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1-2 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Praktikum: 4 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	5 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	150 h 60 h 90 h
Inhalte	Planung, Durchführung, Protokollierung, Auswertung und Interpretation physikalischer Experimente aus unterschiedlichen Teilgebieten der Physik: Optik, Atom- und Molekülphysik, Laserphysik, Festkörper- und Tieftemperaturphysik, Röntgenphysik, Kernphysik, elektronische Messtechnik, Nanostrukturen/Analyse.
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können sich in eine spezielle physikalische Fragestellung einarbeiten, sich selbständig experimentelle Kenntnisse und Fertigkeiten auf verschieden Teilgebieten der Physik erarbeiten, wichtige physikalische Experimentiertechniken anwenden und selbständig experimentieren, wobei sie die Versuchsplanung, den Aufbau von Messanordnungen, die Messung, die Protokollierung, die rechnergestützte Datenerfassung und Datenauswertung sowie die Ergebnisdarstellung durchführen können.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss von 3 Praktikumsversuchen einschließlich der dazugehörigen Prüfungen und schriftlichen Ausarbeitungen.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Die Versuchsnoten ergeben sich aus jeweils 3 Teilnoten: Versuchsvorbereitung und -durchführung, schriftliche Prüfung, schriftliche Ausarbeitung. Die Modulnote ergibt sich aus dem Mittelwert der Versuchsnoten.

Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	Versuchsanleitungen, Lehrbücher der Experimentalphysik von Bergmann/Schaefer, Demtröder, Gerthsen und Spezialliteratur
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLD312** Fachdidaktik Physik I	
Modulcode	PAFLD312
Modultitel (deutsch)	Fachdidaktik Physik I
Modultitel (englisch)	Teaching Methodology in Physics I
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFLP211 Physikalisches Grundpraktikum PAFBE11 Experimentalphysik I – Mechanik und Wärmelehre PAFLE211 Experimentalphysik II – Elektrodynamik
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	PAFLD611 Fachdidaktik Physik II
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	2 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Wintersemester: Vorlesung Einführung in die Physikdidaktik: 2 SWS Seminar Physikalische Schulexperimente Sek I: 3 SWS Sommersemester: Seminar Digitales Lehren und Lernen in der Physik: 2 SWS Seminar Physikalische Schulexperimente Sek II: 3 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	8 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	240 h 150 h 90 h
Inhalte	Vorlesung Einführung in die Physikdidaktik: Grundlagen der Physikdidaktik wie Ziele des Physikunterrichts, Methoden und Konzepte, Schülervorstellungen, Medien, Modelle und Analogien Seminar Digitales Lehren und Lernen in der Physik: ausgewählte Themen der Physik im Hinblick auf ihre Behandlung in der Schule und der Physikdidaktik unter besonderer Berücksichtigung digitaler Medien in der Lehre Seminar Physikalische Schulexperimente Sek I und Sek II: Lehrerdemonstrations- und Schülerexperimente aus dem Thüringer Lehrplan der Klassen 7-12, Variantenbetrachtung

Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können die theoretische-wissenschaftlichen Methoden des Physikunterrichts und den Lehrplan im Fach Physik wiedergeben und erläutern, sowie zur Vorbereitung auf den eigenen Unterricht anwenden. Die Studierenden können Schulexperimenteauswählen einsetzen projektieren, aufbauen, durchführen auswerten sowie ihren Nutzen beurteilen.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Vortrag und regelmäßige Beteiligung an Diskussionen in Vorlesung und Seminar (Einzelheiten werden zu Beginn des Moduls bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Teilnote Theorie: mündliche Prüfung (50%, nach Sommersemester). Teilnote Physikalische Schulexperimente: Portfolioprüfung zu den Praktikumsversuchen (Details werden zu Beginn des Moduls bekannt gegeben, 50%). Beide Teilprüfungen müssen einzeln bestanden sein.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLD611** Fachdidaktik Physik II	
Modulcode	PAFLD611
Modultitel (deutsch)	Fachdidaktik Physik II
Modultitel (englisch)	Teaching Methodology in Physics II
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Holger Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Fachdidaktik Physik I PAFLD312 (Gymnasium) oder PAFLD313 (Regelschule)
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAR Physik: Pflichtmodul 128 LAG Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Seminar: 2 SWS Praktikum an der jeweiligen Schule
Leistungspunkte (ECTS credits)	5 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	150 h 90 h 60 h
Inhalte	• Hospitationen im Physikunterricht • Durchführung eigenen Unterrichts in mit der Zeit zunehmendem Umfang • Auswertung und kritische Diskussion von Erfahrungen aus dem Unterricht auf Grundlage wissenschaftlicher Kenntnisse • Fachliche und fachdidaktische Vorbereitung der Unterrichtsstunden, soweit dies die Diversität der gastgebenden Schulen, Jahrgangsstufen und Studierenden zulässt
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können fremden Unterricht unter vorgegebenen Fragestellungen beobachten, Beobachtungen dokumentieren und mit theoretischen Kenntnissen vergleichen, Einzelstunden in eine Unterrichtseinheit, den Stoffverteilungsplan, den Lehrplan und den Gesamtablauf des Physikunterrichtes in der Schule einordnen, die verschiedenen Phasen einer Unterrichtsstunde bewusst unterscheiden und bei der eigenen Planung und Durchführung erkennbar machen. den Zusammenhang zwischen der Klassensituation und der didaktischen Analyse der Unterrichtseinheit methodisch umsetzen, unterschiedliche Formen des Einstiegs, der Zielorientierung, der Motivation durchführen, Schüler:innen- und Demonstrationsexperimente sinnvoll auswählen, planen, vorbereiten, durchführen und auswerten, geplante Lernziele und erreichte Lernergebnisse vergleichen und nach sinnvollen Alternativen suchen, Elemente des eigenen Unterrichts kritisch reflektieren und Schlussfolgerungen für effektivere methodische Gestaltung ziehen.

Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Aktive Teilnahme am Praxissemester und am Seminar; Erledigung von Arbeitsaufträgen, Details werden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Dokumentation z. B. von Hospitationen sowie Unterrichtsvorbereitungen und -auswertungen im Fach Physik und von Forschungsaufträgen. Die Note der Dokumentation ist die Modulnote (100%).
Zusätzliche Informationen zum Modul	

Modul **PAFLE211** Experimentalphysik II - Elektrodynamik	
Modulcode	PAFLE211
Modultitel (deutsch)	Experimentalphysik II - Elektrodynamik
Modultitel (englisch)	Experimental Physics II (electrodynamics)
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. G. G. Paulus; Prof. Dr. M. C. Kaluza
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Pflichtmodul 128 LAR Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 3 SWS Übungen: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	6 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	180 h 75 h 105 h
Inhalte	Elektrostatik, stationäre Ströme, Permanentmagnete, Magnetfeld, Kraftwirkungen, elektromagnetische Induktion, Materie im Magnetfeld, Maxwellsche Gleichungen, Wechselstrom, Ladungstransportprozesse
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können grundlegende Arbeitsweisen der Experimentalphysik und physikalische Inhalte der Elektrodynamik erläutern. Die Studierenden können die inhaltlichen Kenntnisse zum selbständigen Lösen von Übungsaufgaben anwenden. Die Studierenden können grundlegende Fragestellungen aus allen Teilgebieten der Elektrodynamik analysieren und dazu getroffenen Aussagen beurteilen.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung der Übungsaufgaben (Umfang der Bearbeitung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min) am Ende des Semesters. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	Lehrbücher der Experimentalphysik: z. B.: Tipler, Bergmann-Schäfer, Demtröder, Gerthsen, Dransfeld, Giancoli, Halliday, etc.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLE411** Atom- und Molekülphysik	
Modulcode	PAFLE411
Modultitel (deutsch)	Atom- und Molekülphysik
Modultitel (englisch)	Atomic and Molecular Physics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. S. Nolte
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	-
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAR Physik: Pflichtmodul128 LAG Physik: Pflichtmodul 679 BSc Angewandte Informatik: Wahlpflichtmodul (Anwendungsfach Physik) 079 MSc Informatik: Wahlpflichtmodul (Nebenfach Physik) 105 MSc Mathematik: Wahlpflichtmodul (Nebenfach Physik)
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Wasserstoff-Atom, Mehrelektronenatome, Feinstruktur / Hyperfeinstruktur, Atome im Magnetfeld und elektrischen Feld, Moleküle, Methoden der Spektroskopie
Lern- und Qualifikationsziele	• Die Studierenden können grundlegende Begriffe, Phänomene, Methoden und Konzepte der Atom- und Molekülphysik sowie der optischen Spektroskopie erläutern und zum selbständigen Lösen von Problemen und Aufgaben aus dem Gebiet der Atom- und Molekülphysik anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur
Empfohlene Literatur	Literatur wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLE511** Festkörperphysik	
Modulcode	PAFLE511
Modultitel (deutsch)	Festkörperphysik
Modultitel (englisch)	Solid State Physics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. T. Fritz
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Empfohlen: Modul Grundkurs Physik der Materie I
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Pflichtmodul 128 LAR Physik: Pflichtmodul 679 BSc Angewandte Informatik: Wahlpflichtmodul (Anwendungsfach Physik) 079 MSc Informatik: Wahlpflichtmodul (Nebenfach Physik) 105 MSc Mathematik: Wahlpflichtmodul (Nebenfach Physik)
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	2 SWS Vorlesung 1 SWS Übung
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	Kristallstruktur und deren Bestimmung, Phononen und Elektronen im Kristall, Bändermodell, Metalle, Halbleiter, Magnetismus, Supraleiter, Dielektrika
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können grundlegende Begriffe, Phänomene und Konzepte der Festkörperphysik erläutern sowie zum selbständigen Lösen von Aufgaben aus diesem Gebiet anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur
Empfohlene Literatur	Lehrbücher der Experimentalphysik und Festkörperphysik wie Kittel, Ibach/Lüth, Kopitzki/Herzog, Bergmann/Schäfer, Weissmantel/Hamann
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLE811** Kern- und Teilchenphysik	
Modulcode	PAFLE811
Modultitel (deutsch)	Kern- und Teilchenphysik
Modultitel (englisch)	Physics of Nuclei and Elementary Particles
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. C. Ronning
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFLE411 Atom- und Molekülphysik
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Pflichtmodul 128 LAR Physik: Pflichtmodul (ab PO 2022, vorher Wahlpflichtmodul) 679 BSc Angewandte Informatik: Wahlpflichtmodul (Anwendungsfach Physik) 079 MSc Informatik: Wahlpflichtmodul (Nebenfach Physik) 105 MSc Mathematik: Wahlpflichtmodul (Nebenfach Physik)
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Starke Wechselwirkung, • Eigenschaften stabiler Kerne, • Kernmodelle, • Kernspaltung, Alpha-Zerfall, • Elektromagnetische Übergänge, • Beta-Zerfall, • Paritätsverletzung, • schwache Wechselwirkung
Lern- und Qualifikationsziele	• Die Studierenden können grundlegende Inhalte, Phänomene und Konzepte der Kern- und Elementarteilchenphysik erläutern sowie zum selbständigen Lösen von Problemen und Aufgaben aus dem Gebiet der Kern- und Elementarteilchenphysik anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	Demtröder, Mayer-Kuckuck, Poch
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLP211** Physikalisches Grundpraktikum	
Modulcode	PAFLP211
Modultitel (deutsch)	Physikalisches Grundpraktikum
Modultitel (englisch)	Basic Physics Lab
Modul-Verantwortliche/r	Apl. Prof. Dr. K. Schreyer Prof. Dr. C. Spielmann
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Paralleler Erwerb von Grundkenntnissen in Experimentalphysik, wie sie in den Modulen PAFLE111 Experimentalphysik I – Mechanik und Wärmelehre und PAFLE211 Experimentalphysik II – Elektrodynamik vermittelt werden.
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Pflichtmodul 128 LAR Physik: Pflichtmodul (nicht im Erweiterungsfach)
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	2 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Praktikum: 6 SWS (aufgeteilt auf 2 Semester)
Leistungspunkte (ECTS credits)	8 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	240 h 90 h 150 h
Inhalte	• Mechanik • Wärmelehre • Elektrophysik • Optik
Lern- und Qualifikationsziele	• Die Studierenden können physikalische Grundkenntnisse anhand der Versuchsanleitungen identifizieren und einsetzen, physikalische Messaufgaben durchführen und protokollieren, wichtige physikalischr Messprinzipien anwenden, die Größenordnung der auftretenden Messabweichungen beurteilen und das Programm „Origin” grundlegend bedienen.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Praktikumsnote (100%). Setzt sich zusammen aus mindestens 4 mündlichen Prüfungen über je 20 Minuten und Akzeptanzbewertung der Praktikumsprotokolle (17 Versuche und 1 Hausversuch mit Fehlerrechnung).

Empfohlene Literatur	„Versuchsanleitungen zum Physikalischen Grundpraktikum für Studenten der Physik” (auf Homepage) „Das Neue Physikalische Grundpraktikum”, Eichler, Kronfeldt, Sahm (Springer 2001) „Physikalisches Praktikum”, Hrsg. Geschke (Teubner 2001) „Fehleranalyse”, J.R. Taylor, VCH 1988 „Messung beend–t - was nun?”, H.Gränicher, Teubner 1994
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLT311** Theoretische Mechanik	
Modulcode	PAFLT311
Modultitel (deutsch)	Theoretische Mechanik
Modultitel (englisch)	Theoretical Mechanics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFBU111 Mathematische Methoden der Physik I PAFBX211 Mathematische Methoden der Physik II
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Pflichtmodul 128 LAR Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 3 SWS Seminar: 1 SWS Übungen: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	7 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	210 h 90 h 120 h
Inhalte	Vorlesung und Übungen: Mechanik eines Massenpunktes, Massenpunktsysteme, d'Alembertsches Prinzip, Lagrange-Gleichungen 1. und 2. Art, Hamiltonsches Prinzip, starrer Körper, Hamiltonsche Formulierung Seminar: Fachliche und fachdidaktische Aspekte der Mechanik mit Schulrelevanz, didaktische Rekonstruktion, Fehlvorstellungen
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können Grundlagen und Methoden der klassischen Mechanik erläutern und sebständig in Aufgaben anwenden. Sie können Fehlvorstellungen beurteilen und didaktische Rekonstruktionen anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur
Empfohlene Literatur	Lehrbücher der theoretischen Physik von z.B. Sommerfeld, Landau/ Lifschitz, Scheck; Budó: Theoretische Mechanik; Stephani/Kluge: Theoretische Mechanik
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLT411** Theoretische Elektrodynamik	
Modulcode	PAFLT411
Modultitel (deutsch)	Theoretische Elektrodynamik
Modultitel (englisch)	Theoretical Electrodynamics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFLT 311 Theoretische Mechanik
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAR Physik: Pflichtmodul 128 LAG Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 3 SWS Seminar: 1 SWS Übungen: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	7 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	210 h 90 h 120 h
Inhalte	Vorlesung und Übungen: Differentielle und integrale Maxwell-Gleichungen, Mikroskopische und makroskopische Elektrodynamik, Elektrostatik und Magnetostatik, quasistationäre Felder, Erzeugung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen Seminar: Fachliche und fachdidaktische Aspekte der Elektrodynamik mit Schulrelevanz, didaktische Rekonstruktion, Fehlvorstellungen
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können Grundlagen und Methoden der Elektrodynamik erläutern und selbständig in Aufgaben anwenden. Sie können Fehlvorstellungen beurteilen und didaktische Rekonstruktionen anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur
Empfohlene Literatur	Lehrbücher der Theoretischen Physik: Jackson, Sommerfeld, Landau/ Lifschitz, Nolting, Greiner etc.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLT511** Theoretische Quantenphysik	
Modulcode	PAFLT511
Modultitel (deutsch)	Theoretische Quantenphysik
Modultitel (englisch)	Theoretical Quantum Physics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFLT311 Theoretische Mechanik PAFLT411 Theoretische Elektrodynamik
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 3 SWS Seminar: 1 SWS Übungen: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	7 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	210 h 90 h 120 h
Inhalte	• Vorlesung und Übungen: Anfänge der Quantentheorie, Wellenmechanik, mathematischer, Formalismus, Observable, Zustände und Unbestimmtheit, Verschränkung, eindimensionale Systeme, harmonischer Oszillator, Teilchenzahldarstellung, Zeitentwicklung und Bilder, Symmetrien, Drehimpuls, Zentralkräfte, Wasserstoffatom, geladene Teilchen im elektromagnetischen Feld, stationäre Näherungsverfahren • Seminar: Fachliche und fachdidaktische Aspekte der Quantentheorie mit Schulrelevanz, didaktische Rekonstruktion, Fehlvorstellungen
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden könnenden Zusammenhang von klassischer und Quantenphysik, die Grundlagen und Methoden der Quantenphysik erläutern und selbständig in Aufgaben anwenden. , Sie können die Wesenszüge der Quantenphysik beschreiben und diskutieren sowie Fehlvorstellungen beurteilen und didaktische Rekonstruktionen anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung (Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben)
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	Lehrbücher der Theoretischen Physik, z.B.: R. Becker, E. Fermi, C. Kittel / K. Krömer, G. Kluge / G. Neugebauer, T. Fließbach, R. Pathria, L. Landau / E. Lifschitz
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLT712** Theoretische Thermodynamik und Statistik	
Modulcode	PAFLT712
Modultitel (deutsch)	Theoretische Thermodynamik und Statistik
Modultitel (englisch)	Theoretical Thermodynamics und Statistics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	PAFLT311 Theoretische Mechanik PAFLT411 Theoretische Elektrodynamik
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Pflichtmodul 128 LAR Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 3 SWS Seminar: 1 SWS Übungen: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	7 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	210 h 90 h 120 h
Inhalte	Vorlesung und Übungen: Einführung, Dichteoperator, Makro- und Mikrozustände, mikrokanonische Zustandssumme, erster Hauptsatz, quasistatische Prozesse, Entropie und Temperatur, zweiter Hauptsatz, Zustandsgrößen und -gleichungen, Thermodynamische Potentiale, Gleichgewichts- und Stabilitätsbedingungen, Zustandsänderungen, thermodynamische Temperaturskala, nullter und dritter Hauptsatz, Wärmekraftmaschinen, Systeme mit veränderlicher Teilchenzahl, kanonische Gesamtheit, Entropie eines beliebigen Makrozustandes, großkanonische Gesamtheit Seminar: Fachliche und fachdidaktische Aspekte der Thermodynamik und Statistik mit Schulrelevanz, didaktische Rekonstruktion, Fehlvorstellungen
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können Grundlagen und Methoden der Thermodynamik und statistischen Physik erläutern und selbständig in Aufgaben anwenden. Sie können Fehlvorstellungen beurteilen und didaktische Rekonstruktionen anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung (Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben)
Empfohlene Literatur	Lehrbücher der Theoretischen Physik, z.B.: R. Becker, E. Fermi, C. Kittel / K. Krömer, G. Kluge / G. Neugebauer, T. Fließbach, R. Pathria, L. Landau / E. Lifschitz
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLX511** Optik	
Modulcode	PAFLX511
Modultitel (deutsch)	Optik
Modultitel (englisch)	Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Holger Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAR Physik: Pflichtmodul 128 LAG Physik: Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	2 SWS Vorlesung 1 SWS Übung
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Verschiedene Modellvorstellungen von Licht, Strahlenoptik, Wellenoptik, elektromagnetische Wellen • Lichtausbreitung, Beugung, Bildentstehung • Polarisation, Grenzfläche und optische Schichten • Optische Instrumente • Anwendungen, Laser und Gaußoptik
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Grundlagen der modernen Optik, wie sie unter den Inhalten genannt sind, erläutern und ihre Methoden anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Teilnahme an Veranstaltung, Bearbeitung von Vor- und Nachbereitungsaufgaben (Details in der ersten Lehrveranstaltung)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Mündliche Prüfung bzw. Hausarbeit (Festlegung in der ersten Veranstaltung)
Empfohlene Literatur	Lehrbücher der Experimentalphysik (detallierte Literaturliste wird in der ersten Veranstaltung verteilt)
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLX611** Grundlagen der Physikgeschichte für Lehramtsstudierende	
Modulcode	PAFLX611
Modultitel (deutsch)	Grundlagen der Physikgeschichte für Lehramtsstudierende
Modultitel (englisch)	Foundations of History of Physics for Teacher Students
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Christian Forstner
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	2 SWS Vorlesung
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 30 h 90 h
Inhalte	Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse über die Geschichte der Physik aus einer ideengeschichtlichen und einer sozial bzw. strukturgeschichtlichen Perspektive ausgehend von der antiken Naturphilosophie bis ins 20. Jahrhundert. Dabei sollen die Theoriegenese und der Theoriewandel sowie die Entwicklung der zentralen Begrifflichkeiten der modernen Physik erarbeitet werden. Ebenso zentral sind die Strukturen und sozialen Geflechte, in denen die Physik im 19. und 20. Jahrhundert betrieben wurde.
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Grundzüge der Geschichte der Physik wiedergeben und am konkreten Gegenstand Arbeitstechniken und Methoden der Geschichte der Naturwissenschaften anwenden.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Mündliche Modulprüfung im Umfang von 30 min
Empfohlene Literatur	Wolfgang Schreier (Hrsg.), Geschichte der Physik. Ein Abriss. (Diepholz, Stuttgart, Berlin 2008), Iwan Rhys Morus, When Physics Became King (Chicago 2005); Helge Kragh, Quantum Generations A History of Physics in the Twentieth Century (Princeton 1999);
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLX711** Spezielle Fragen der Physikgeschichte für Lehramtsstudierende	
Modulcode	PAFLX711
Modultitel (deutsch)	Spezielle Fragen der Physikgeschichte für Lehramtsstudierende
Modultitel (englisch)	Special Topics of History of Physics for Teaching Students
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Christian Forstner
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	2 SWS Seminar
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 30 h 90 h
Inhalte	Das Modul vertieft die in der Überblicksvorlesung erworbenen Grundkenntnisse zur Geschichte der Physik an ausgewählten Beispielen aus dem 19. und 20. Jahrhundert. Im Brennpunkt stehen die großen inhaltlichen und strukturellen Umbrüche, die die Disziplin in dieser Zeit erfahren hat. Als mögliche Schlagworte können Quantenmechanik, Relativitätstheorie, aber auch Großforschung und gesellschaftspolitische Einschnitte wie die NS-Diktatur genannt werden.
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können spezielle Themen der Geschichte der Physik wiedergeben und am konkreten Gegenstand Arbeitstechniken und Methoden der Geschichte der Naturwissenschaften anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Referat mit Thesenpapier, regelmäßige Teilnahme (80%) und Mitarbeit am Seminar.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Schriftliche Hausarbeit im Umfang von 15-20 Seiten
Empfohlene Literatur	Wolfgang Schreier (Hrsg.), Geschichte der Physik. Ein Abriss. (Diepholz, Stuttgart, Berlin 2008), Iwan Rhys Morus, When Physics Became King (Chicago 2005); Helge Kragh, Quantum Generations A History of Physics in the Twentieth Century (Princeton 1999); Spezifische Literatur wird zu Beginn des Semesters genannt.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLX720** Ausgewählte Themen aus der Schulphysik	
Modulcode	PAFLX720
Modultitel (deutsch)	Ausgewählte Themen aus der Schulphysik
Modultitel (englisch)	Selected Topics of School Physics
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	unregelmäßig, siehe gegebenenfalls zusätzliche Informationen
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	Themen nah am Lehrplan z.B. Energie, Kraft, Felder, Materie, System, Wechselwirkung wie in der Vorlesungsankündigung angegeben.
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können die besprochenen Begriffe fachlich korrekt auf verschiedenen Niveaustufen darstellen und schülergerecht vermitteln.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung der Übungsaufgaben (Umfang wird zu Semesterbeginn bekanntgegeben).
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLX730** Elemente der modernen Physik für das Lehramt	
Modulcode	PAFLX730
Modultitel (deutsch)	Elemente der modernen Physik für das Lehramt
Modultitel (englisch)	Elements of modern physics in teacher training
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG: Wahlpflichtmodul 128 LAR: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	unregelmäßig, siehe gegebenenfalls zusätzliche Informationen
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	Das Modul behandelt ausgewählte Themen der modernen Physik, die an den Lehrplan der Schule anknüpfen und weiterführendes Wissen bieten. Darunter: Relativitätstheorie, Anwendung der Quantenphysik z.B. in Quantentechnologien, Fortgeschrittene Atom-, Molekül- und Festkörperphysik, Elementarteilchen und Quantenfeldtheorie
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen und Methoden der behandelten Themen, können sich selbständig vertieft einarbeiten und sind in der Lage, sie fachlich korrekt auf verschiedenen Niveaustufen der Schule darzustellen und zu vermitteln.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung der Übungsaufgaben (Art und Umfang werden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben).
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung (100%), Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Zusätzliche Informationen zum Modul	Modul wird in unregelmäßigen Abständen zu wechselnden Themen angeboten (mindestens jedoch einmal in 3 Semestern)
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLX731** Grundzüge der speziellen Relativitätstheorie LAG	
Modulcode	PAFLX731
Modultitel (deutsch)	Grundzüge der speziellen Relativitätstheorie LAG
Modultitel (englisch)	Main features of special relativity LAG
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Cartarius
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 2 SWS (12 Vorlesungswochen)Übung: 1 SWS (12 Vorlesungswochen)
Leistungspunkte (ECTS credits)	3 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	90 h 36 h 54 h
Inhalte	Historischer Ursprung, Experimente und Postulate, Lorentztransformation und Folgerungen wie Längenkontraktion und Zeitdilatation, Paradoxa, kurze Einführung in den Formalismus, relativistische Mechanik und maximale Geschwindigkeit, Einführung in die kovariante Formulierung der Elektrodynamik
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können die historischen Ursprünge und die Entwicklung der Relativitätstheorie wiedergeben, relativistische Effekte mit Hilfe der Lorentztransformation und Raum-Zeit-Diagrammen erklären sowie die bekannten Paradoxa der speziellen Relativitätstheorie diskutieren und bewerten. Sie können einfache Aufgaben der speziellen Relativitätstheorie lösen und den Viererformalismus anwenden, um sich weitere Literatur zu erschließen.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung der Übungsaufgaben (Art und Umfang werden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben).
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung (100%), Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFLX811** Kontinuumsmechanik	
Modulcode	PAFLX811
Modultitel (deutsch)	Kontinuumsmechanik
Modultitel (englisch)	Continuum Mechanics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. R. Meinel
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Module zur Elektrodynamik PAFBT311 oder PAFGT411
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul 128 MSc. Physik Vertiefung "Gravitations- und Quantentheorie": Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	unregelmäßig, siehe gegebenenfalls zusätzliche Informationen
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	2 SWS Vorlesung 1 SWS Übung
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Mechanik deformierbarer Körper (Bahnkurven, Stromlinien, Wirbel, Potentialströmungen, Tensor der Deformationsgeschwindigkeit) • Bilanzgleichungen • Materialgleichungen (Spannungs-Dehnungs-Diagramm, Hookesches Gesetz, Zustandsgleichungen, Reibungsgesetz) • Lineare Elastizitätstheorie (Torsion, Biegung, Wellen, Schwingungen) • Hydrodynamik (Strömungen, Kraft auf umströmte Gegenstände, Zirkulations- und Wirbelsätze, Ähnlichkeitsgesetze, Turbulenz, Grenzschichten)
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden können grundlegende Begriffe, Phänomene und Konzepte der Kontinuumsmechanik erläutern und zum selbständigen Lösen von Aufgaben aus diesem Gebiet anwenden.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Schriftliche Prüfung (100%)

Empfohlene Literatur	Literatur wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul **PAFMO150** Erneuerbare Energien	
Modulcode	PAFMO150
Modultitel (deutsch)	Erneuerbare Energien
Modultitel (englisch)	Renewable Energies
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. G. G. Paulus
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	-
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	-
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	-
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 M.Sc. Physik Vertiefung „Optik”: Wahlpflichtmodul 628 M.Sc. Photonics: Wahlpflichtmodul 128 LAR Physik: Wahlpflichtmodul 128 LAG Physik: Wahlpflichtmodul 128 BSc. Physik: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	Basics of energy supply in Germany; Potential of renewable energies; Principles of the energy balance of planets; Thermodynamics of the atmosphere; Physics of wind energy systems; Elements of solar power generation.
Lern- und Qualifikationsziele	After acquiring of knowledge on the fundamentals of renewable energies the students will develop the skills for the independent evaluation of different types of renewable energies.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Written or oral examination (100%). The selected form of the exam will be announced at the beginning of the semester.
Zusätzliche Informationen zum Modul	128 M.Sc. Physik: Spezialisierung „Optik”

Empfohlene Literatur	Gasch, Twele: Windkraftanlagen; De Vos: Thermodynamics of Solar Energy Conversion.
Unterrichtssprache	Deutsch, Englisch auf Nachfrage

Modul **PAFMO187** Ionenfallen und Präzisionsexperimente	
Modulcode	PAFMO187
Modultitel (deutsch)	Ionenfallen und Präzisionsexperimente
Modultitel (englisch)	Ion traps and precision experiments
Modul-Verantwortliche/r	Jun.-Prof. Dr. P. Micke
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundlagen der Elektrodynamik, Quantenmechanik und Atomphysik
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 M.Sc. Physik Vertiefung „Optik”: Wahlpflichtmodul 128 LA Gymnasium Physik: Wahlpflichtmodul 528 M.Sc. Quantum Science and Technology: Required elective module, subject area ”specialization” 628 M.Sc. Photonics: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	Grundlagen der Ionenfallenphysik; Paul- und Penning-Fallen; Kühltechniken, insbesondere Methoden der Laserkühlung; Kohärente Manipulation von elektronischen Zuständen und Bewegungszuständen; Detektionstechniken; Anwendung von Ionenfallen in Präzisionsexperimenten: Optische Uhren, Quantenlogik-Spektroskopie, Ionenfallen als Basis für Quantencomputer, höchstauflösende Massenspektrometrie, Messungen von g-Faktoren und magnetischen Momenten
Lern- und Qualifikationsziele	Verständnis der Konzepte von Paul- und Penning-Fallen und der eingesetzten Techniken; Kenntnisse der behandelten Präzisionsexperimenten; Befähigung zur selbstständigen Vertiefung mithilfe aktueller wissenschaftlicher Literatur
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	50% der Punkte der Übungszettel erreicht; aktive Beteiligung in den Übungen durch Vorstellung der eigenen Lösungswege und Diskussion der Inhalte
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Mündliche Prüfung (100%)
Empfohlene Literatur	Eine aktuelle Literaturliste wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul **PAFMO243** Optisches Maschinelles Lernen	
Modulcode	PAFMO243
Modultitel (deutsch)	Optisches Maschinelles Lernen
Modultitel (englisch)	Optical Machine Learning
Modul-Verantwortliche/r	Jun.-Prof. Dr. Mario Chemnitz
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Fundamentals of electrodynamics or optics, basic knowledge of programming
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	128 M.Sc. Physik Vertiefung „Optik": Wahlpflichtmodul 128 LA Gymnasium Physik: Wahlpflichtmodul 528 M.Sc. Quantum Science and Technology: Required elective module, subject area "specialization" 628 M.Sc. Photonics: Wahlpflichtmodul 728 M.Sc. Medical Photonics: Wahlpflichtmodul 200 M.Sc. Computational and Data Science: Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, …)	Lecture: 2 h per week Exercise: 1 h per week Team Project: 1 h per week
Leistungspunkte (ECTS credits)	5 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	150 h 90 h 60 h
Inhalte	Fundamentals of Machine Learning; Linear Regression and Classification; Regularization & Validation; Bias-Variance Tradeoff; Statistical Optimization Methods; Population-based Optimization Algorithms; Artificial Neural Networks; Optical Implementation of KNNs; Application of Machine Learning in Optical Systems; Optical Implementation of Neurons and Neural Networks; Optical Ways of Data Encoding; Energy and Complexity Analysis of Optical Neural Networks; Training of Optical Neural Networks; Reservoir Computing
Lern- und Qualifikationsziele	Fundamentals of machine learning; practical implementation of algorithms and their applications; knowledge of handling data sets; knowledge of data modeling, validation and optimization; understanding of the optical implementation of neural networks; ability to independently deepen knowledge with the help of current scientific literature
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	65% of the points on the exercise sheets achieved; active participation in the exercises; submission of a project team report

Empfohlene Literatur	An up-to-date literature list will be announced at the beginning of the semester.
Unterrichtssprache	English

Modul **PAF.HASP-G** Wissenschaftliche Hausarbeit Physik	
Modulcode	PAF.HASP-G
Modultitel (deutsch)	Wissenschaftliche Hausarbeit Physik
Modultitel (englisch)	Written Thesis in Physics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	4 Monat(e)
Leistungspunkte (ECTS credits)	20 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	600 h 0 h 600 h

Abkürzungen:

Abkürzungen für Veranstaltungen

AVL....	Antrittsvorlesung
AG....	Arbeitsgemeinschaft
AM....	Aufbaumodul
AS....	Ausstellung
BM....	Basismodul
BzPS....	Begleitveranstaltung zum Praxissemester
B....	Beratung
Bes....	Besichtigung
KB....	Besprechung
Blo....	Blockierung
BV....	Blockveranstaltung
DV....	Diavortrag
EF....	Einführungsveranstaltung
ES....	Einschreibungen
EKK....	Examensklausurenkurs
EX....	Exkursion
Exp....	Experiment/Erhebung
FE....	Feier/Festveranstaltung
F....	Filmvorführung
GÜ....	Geländeübung
GK....	Grundkurs
HpS....	Hauptseminar
HS/B....	Hauptseminar/Blockveranstaltung
HS/Ü....	Hauptseminar/Übung
Inf....	Informationsveranstaltung
IHS/Ü....	Interdisziplinäres Hauptseminar/Übung
KS....	Klausur
KS/PR....	Klausur/Prüfung
K....	Kolloquium
K/P....	Kolloquium/Praktikum
KS....	Konferenz/Symposium
kV....	Kulturelle Veranstaltung
Ku....	Kurs

Abkürzungen für Veranstaltungen

Ku....	Kurs
Lag....	Lagerung
LFP....	Lehrforschungsprojekt
Lek....	Lektürekurs
M....	Modul
MV....	Musikveranstaltung
OS....	Oberseminar
OnLS....	Online-Seminar
OnV....	Online-Vorlesung
P....	Praktikum
PrS....	Praktikum/Seminar
PM....	Praxismodul
Pr....	Probe
PJ....	Projekt
PPD....	Propädeutikum
PS....	Proseminar
PR....	Prüfung
PrVo....	Prüfungsvorbereitung
QB....	Querschnittsbereich
RE....	Repetitorium
V/R....	Ringvorlesung
SU....	Schulung
S....	Seminar
S/E....	Seminar/Exkursion
S/Ü....	Seminar/Übung
SZ....	Servicezeit
SI....	Sitzung
SoSch....	Sommerschule
SO....	Sonstiges
SV....	Sonstige Veranstaltung
SK....	Sprachkurs
TG....	Tagung
TT....	Teleteaching
TN....	Treffen
Tu....	Tutorium
T....	Tutorium
Ü....	Übung
Ü/B....	Übung/Blockveranstaltung
Ü....	Übungen
Ü/I....	Übung/Interdisziplinär

Abkürzungen für Veranstaltungen

Ü/P....	Übung/Praktikum
Ü/T....	Übung/Tutorium
Ve....	Versammlung
ViKo....	Videokonferenz
V....	Vorlesung
V/K....	Vorlesung m. Kolloquium
V/P....	Vorlesung/Praktikum
V/S....	Vorlesung/Seminar
V/Ü....	Vorlesung/Übung
Vor....	Vortrag
VT....	Vortrag
WS....	Wahlseminar
WV....	Wahlvorlesung
We....	Weiterbildung
Wo....	Workshop
WOS....	Workshop
ZÜ....	Zeugnisübergabe

Other Abbrevations

Anm.....	Anmerkung
ASQ....	Allgemeine Schlüsselqualifikationen
AT....	Altes Testament
E....	Essay
FSQ....	Fachspezifische Schlüsselqualifikationen
FSV....	Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaften
GK....	Grundkurs
IAW....	Institut für Altertumswissenschaften
LP....	Leistungspunkte
NT....	Neues Testament
SQ....	Schlüsselqualifikationen
SS....	Sommersemester
SWS....	Semesterwochenstunden
TE....	Teilnahme
TP....	Thesenpublikation
ThULB....	Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek
VVZ....	Vorlesungsverzeichnis
WS....	Wintersemester