



Technische Universität Darmstadt

Fachbereich 5

Physik

**Modulbeschreibungen
für das Fach Physik**

Lehramt an Gymnasien

Endfassung vom 18. August 2006

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Mechanik und Wärmelehre	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	9	WS
Mechanics and Thermodynamics				

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Physik I Physics I	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		V	4
2)	Tutorium zu Physik I Tutorial for Physics I	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		TÜ	5

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der klassischen Mechanik und der Wärmelehre. Sie kennen Lösungsstrategien aus diesem Themengebiet und können diese mit anderen Studierenden kommunizieren. Sie können Aufgaben aus diesem Bereich selbstständig lösen.

Die Studierenden kennen grundlegende Prinzipien des Unterrichtsaufbaus und können schulrelevante Themen aus der klassischen Mechanik und Thermodynamik für den Unterricht aufarbeiten.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Lehramt an Gymnasien		keine speziellen Vorkenntnisse	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Klausur, Bearbeitung und Präsentation von Übungsaufgaben	

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Mechanik

- Physikalische Größen, Grundgrößen der Physik
- Kinematik des Massenpunktes
- Dynamik des Massenpunktes, Kräfte
- Arbeit, Leistung, Energie und Energieerhaltung
- Bahnimpuls
- Systeme von Massenpunkten
- Drehbewegungen starrer Körper
- Drehimpuls
- Verhalten eines freien Körpers und Kreisels
- Scheinkräfte in rotierenden Bezugssystemen
- Flüssigkeiten

Wärmelehre

- Thermische Eigenschaften von Gasen und absolute Temperatur
- Mikroskopische Analyse des Gasdrucks - kinetische Gastheorie
- Reale Gase
- Hauptsätze der Wärmelehre, Kreisprozesse und Wärmekraftmaschinen

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

zu Lehrveranstaltung 2)

Probleme zu Inhalten der Lehrveranstaltung 1)

Lehrpläne und grundlegende Unterrichtskonzepte an Beispielen aus Mechanik und Wärmelehre

- Handlungsorientierung
- Hypothese-Experiment-Auswertung
- Modellbildung
- Alltagsbezug

Lehr und Lernmaterialien zu 2)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Mechanics and Thermodynamics	Department head of Physics	German	9	WS
Mechanik und Wärmelehre				

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Physics I Physik I	All instructors in Experimental Physics		V	4
2)	Tutorial for Physics I Tutorium zu Physik I	All instructors in Experimental Physics		TÜ	5

Learning Outcomes, Acquired competence

Students are familiar with the phenomena and concepts in classical mechanics and thermodynamics. They know strategies to solve problems in this area, and can communicate them. They are able to independently solve problems in this field.

Students are familiar with basic principles and structures of physics classes and know how to prepare subjects from classical mechanics and thermodynamics for these classes.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Lehramt an Gymnasien		no specific knowledge	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		Written test, solution and presentation of problems	

Comments

Content/Syllabus

Course 1)

Mechanics

- physical units, basic units in physics
- kinematics of a point of mass
- dynamics of a point of mass, forces
- work, power, energy undconservation of energy
- momentum
- systems of points of masses
- rotation
- angular momentum
- tops
- virtual forces in rotating frames
- liquids.

Heat

- thermal properties of gases and absolute temperature
- mikroskopische Analyse von Druck - kinetische Theorie der Gase
- reale Gase
- Grundgesetze der Thermodynamik, thermodynamische Zyklen und Motoren.

References/Textbooks:

Course 2)

Problems on subjects of course 1)

Curricula of physics classes and basic didactical concepts in mechanics and heat

- pupils active contributions
- hypothesis-experiment-data evolution
- models
- relations to every days life

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Wellen und Elektrostatik	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	8	SS
Waves and Electrostatics				

Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1) Physik II Physics II	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		V	4
2) Tutorium zu Physik II Tutorial for Physics II	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		TÜ	4

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte zur Behandlung periodischer Vorgänge und von Themen aus der Elektro- und Magnetostatik. Sie kennen Lösungsstrategien aus diesem Themengebiet und können diese mit anderen Studierenden kommunizieren. Sie können Aufgaben aus diesem Bereich selbstständig lösen.

Die Studierenden kennen grundlegende Prinzipien des Unterrichtsaufbaus und können schulrelevante Themen aus den Bereichen Schwingungen und Wellen und der Elektro- und Magnetostatik für den Unterricht aufarbeiten.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Lehramt an Gymnasien		Physik I	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Klausur, Bearbeitung und Präsentation von Übungsaufgaben	

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Schwingungen und Wellen

- Harmonischer Oszillator (freie, gedämpfte und getriebene Schwingung, gekoppelte Schwingungen, Fourieranalyse von periodischen Vorgängen)
- Elastische Eigenschaften
- Wellenbewegung in elastischen Medien
- Schwebungen und Gruppengeschwindigkeit
- Doppler-Effekt
- Energie und Energiedichte einer Welle
- Wellenausbreitung in mehreren Dimensionen

Elektrizität und Magnetismus

- Stromstärke und elektrische Ladung
- Elektrisches Feld und Coulombsches Gesetz
- Elektrische Felder und Kräfte bei Ladungen
- Potentielle Energie, elektrisches Potential
- Elektronenemission aus Metallen
- Materie im elektrischen Feld
- Elektrischer Strom und Widerstand, Grundtatsachen der Supraleitung
- Magnetische Wechselwirkungen
- Spezifische Elektronenladung e/m
- Eigenschaften des Magnetfelds im Vakuum
- Materie im Magnetfeld

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

zu Lehrveranstaltung 2)

Probleme zu Inhalten der Lehrveranstaltung 1)

Lehrpläne und Vertiefung grundlegender Unterrichtskonzepte an Beispielen aus den Gebieten Schwingungen und Wellen Elektrizität und Magnetismus.

- Handlungsorientierung
- Hypothese-Experiment-Auswertung
- Modellbildung
- Alltagsbezug

Lehr und Lernmaterialien zu 2)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Waves and Electrostatics	Department head of Physics	German	8	SS
Wellen und Elektrostatik				

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Physics II Physik II	All instructors in Experimental Physics		V	4
2)	Tutorial for Physics II Turorium zu Physik II	All instructors in Experimental Physics		TÜ	4

Learning Outcomes, Acquired competence

Students are familiar with phenomena and concepts in the treatise of periodic processes , and in classical electro- and magnetostatic. They are familiar with strategies to solve problems in this area, and can communicate them to other students. They are able to independently solve problems in this field.

Students are familiar with basic principles and structures of physics classes and know how to prepare subjects from classical mechanics and thermodynamics for these classes.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Lehramt an Gymnasien		Physics I	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		Written test, solution and presentation of problems	

Comments

Content/Syllabus

Course 1)

Oscillations and Waves

- harmonic oscillator (free, attenuated and forced oscillations, coupled oscillations, Fourier analysis of periodic phenomena)
- elastic properties
- waves in elastic media
- beats and group velocity
- Doppler-effect
- energy and energy density of a wave
- wave propagation in higher dimensions.

Electricity and Magnetism

- current and electric charge
- electric field and Coulomb law
- electric fields and forces on charges
- potential energy, electric potential
- electron emission from metals
- matter in electric fields
- electric current and resistance, basics of superconductivity
- magnetic interactions
- specific electron charge e/m
- properties magnetic fields in vacuum
- matter in magnetic fields.

References/Textbooks:

Course 2)

Problems on subjects of course 1)

Curricula of physics classes and basic didactical concepts for the understanding of oscillations, waves, electricity and magnetism

- pupils active contributions
- hypothesis-experiment-data evolution
- models
- relations to every days life

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Elektrodynamik und Optik	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	8	WS
Electrodynamics and Optics				

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Physik III Physics III	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		V	4
2)	Tutorium zu Physik III Tutorial for Physics III	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		TÜ	4

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der elektromagnetischen Wellen und der Optik. Sie kennen Lösungsstrategien aus diesem Themengebiet und können diese mit anderen Studierenden kommunizieren. Sie können Aufgaben aus diesem Bereich selbstständig lösen.

Die Studierenden kennen weitergehende Prinzipien des Unterrichtsaufbaus und können schulrelevante Themen aus den Bereichen Elektrodynamik und Optik für den Unterricht aufarbeiten.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physik I und II oder äquivalente Veranstaltungen aus dem Studiengang der Bachelor of Education (LaB)	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Klausur, Bearbeitung und Präsentation von Übungsaufgaben	

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Elektrodynamik und Optik

- Zeitlich veränderliche elektromagnetische Felder
 - Wechselstromkreise
 - Elektromagnetische Wellen
 - Maxwell'sche Gleichungen
 - Wellenoptik
 - Brechung und Polarisierung von Licht
 - Optische Instrumente
 - Klassische Behandlung der elektromagnetischen Strahlung
 - Emission, Absorption, Dispersion und Streuung von Licht
 - Strahlungsgesetze und Quantenphysik
- Experimentelle Grundlagen der Quantentheorie
- Bohrsche Postulate
 - Bestimmung der Energieniveaus der Atome: optische Spektroskopie und Franck-Hertz-Elektronenstoßexperiment
 - Quantennatur des Lichts: Photo- und Comptoneffekt und Paarerzeugung
 - Durchgang von Gammastrahlung durch Materie
 - Röntgenstrahlung

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

zu Lehrveranstaltung 2)

Probleme zu Inhalten der Lehrveranstaltung 1)

Lehrpläne und Vertiefung und Festigung grundlegender Unterrichtskonzepte an Beispielen aus der Elektrodynamik und Optik

- Handlungsorientierung
- Hypothese-Experiment-Auswertung
- Modellbildung
- Alltagsbezug

Lehr und Lernmaterialien zu 2)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Electrodynamics and Optics	Department head of Physics	German	8	WS
Elektrodynamik und Optik				

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Physics III Physik III	All instructors in Experimental Physics		V	4
2)	Tutorial for Physics III Tutorium zu Physik III	All instructors in Experimental Physics		TÜ	4

Learning Outcomes, Acquired competence

Students are familiar with phenomena and concepts of electromagnetic waves and optics. They are familiar with strategies to solve problems in this area, and can communicate them among other students. They are able to independently solve problem sets in this field.

Students are familiar with basic principles and structures of physics classes and know how to prepare subjects from classical mechanics and thermodynamics for these classes.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		physics I and II or equivalent from Bachelor of Education	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		Written test, solution and presentation of problems	

Comments

Content/Syllabus

Course 1)

Electrodynamics and Optics

- time periodic electromagnetic fields
- circuits for alternating currents
- electromagnetic waves
- Maxwell's equations
- wave optics
- refraction and polarization of light
- optical instruments
- classical treatise of electromagnetic radiation
- emission, absorption, dispersion and scattering of light
- laws of radiation and quantum physics.

Experimental basics of quantum theory

- Bohr's postulates
- energy levels in atoms: optical spectroscopy and Franck-Hertz experiment
- quantum nature of light: photo- and Compton effect and pair production
- transmission of Gamma rays through matter
- X-rays.

References/Textbooks:

Course 2

Problems on subjects of course 1)

Curricula of physics classes and basic didactical concepts in electrodynamics and optics

- pupils active contributions
- hypothesis-experiment-data evolution
- models
- relations to every days life

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Einführung in die Theoretische Physik Introduction to Theoretical Physics	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	7	SS

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Einführung in die Theoretische Physik Introduction to theoretical physics	Alle Hochschullehrer der Theoretischen Physik		V	3
2)	Übungen zur Einführung in die Theoretische Physik Classroom exercises for Introduction to theoretical physics	Alle Hochschullehrer der Theoretischen Physik		Ü	4

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden kennen die systematisierende Denkweise und die formale Beschreibung von physikalischen Inhalten, die für den Aufbau physikalischer Theorien wesentlich sind. Sie kennen Strategien für theoretische Ansätze zu Problemen aus diesem Themengebiet und können diese mit anderen Studierenden kommunizieren. Sie können Aufgaben aus diesem Bereich selbstständig lösen.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Grundlagen in Rechenverfahren	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Klausur, Bearbeitung und Präsentation von Übungsaufgaben	

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Klassische Physik und Raum-Zeit-Struktur

- Newtons Gesetz und einfache Bewegungen
- Bezugssysteme und Transformationen
- Galilei-Gruppe und Erhaltungssätze
- Kraftfelder und die Bewegung der Planeten
- Lichtmetrik und Minkowski-Raum
- Poincare-Gruppe und Erhaltungssätze

Wahrscheinlichkeitsbeschreibung und Klassische Thermodynamik

- Statistische Beschreibung von Gasen
- Grundbegriffe der Thermodynamik
- Entropie, Zustandsgrößen und Thermodynamische Relationen
- Kreisprozesse und Thermodynamische Maschinen
- Grundlegendes über Phasenübergänge

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

zu Lehrveranstaltung 2)

Probleme zur Lehrveranstaltung 1)

Lehr und Lernmaterialien zu 2)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Introduction to Theoretical Physics Einführung in die Theoretische Physik	Department head of Physics	German	7	SS

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Introduction to theoretical physics Einführung in die Theoretische Physik	All instructors in Theoretical Physics		V	3
2)	Classroom exercises for Introduction to theoretical physics Übungen zur Einführung in die Theoretische Physik	All instructors in Theoretical Physics		Ü	4

Learning Outcomes, Acquired competence

Students are familiar with the basics of systematic and formal descriptions of physical phenomena necessary for setting up theoretical models. They are familiar with strategies for a theoretical description of physical problems and are able to communicate them. They are able to independently solve problem sets in this field.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		basics in mathematical calculus	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		Written test, solution and presentation of problems	

Comments

Content/Syllabus

Course 1)

Classical physics and space-time structure

- Newtons laws and simple motion
- reference frames and transformations
- Galilei group and conservation laws
- force fields and planetary motion
- metric for light and Minkowski space
- Poincare group and conservation laws.

Description via probability and classical thermodynamics

- statistical description of gases
- fundamentals of thermodynamics
- entropy, properties of state and thermodynamic relations
- circuits and thermodynamical machines
- fundamentals of phase transitions.

References/Textbooks:

Course 2)

Problems on subjects of course 1)

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Klassische Teilchen und Felder Classical particles and fields	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	8	WS

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Theorie klassischer Teilchen und Felder I Theory of particles and fields I	Alle Hochschullehrer der Theoretischen Physik		V	4
2)	Übungen zur Theorie klassischer Teilchen und Felder I Classroom exercises for theory of particles and fields I	Alle Hochschullehrer der Theoretischen Physik		Ü	4

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden kennen die Systematik der klassischen Physik in Bezug auf Teilchen und Felder und deren Dynamik. Sie kennen Strategien für theoretische Ansätze zu Problemen aus diesem Themengebiet und können diese mit anderen Studierenden kommunizieren. Sie können Aufgaben aus diesem Bereich selbstständig lösen.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Einführung in die Theoretische Physik	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Klausur, Bearbeitung und Präsentation von Übungsaufgaben	

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Dynamik eines Massenpunktes

- Das Bewegungsproblem in einer Raumdimension
- Zentralkraftprobleme, Stoß und Streuung
- Bewegungseinschränkungen, Zwangskräfte und generalisierte Koordinaten
- Variationsprinzipien und die Wirkungsfunktion
- Hamiltonsche Mechanik und kanonische Transformationen

Grundlagen der klassischen Feldtheorie

- Systeme von Massenpunkten und kleine Schwingungen
- Vektorfelder, Potentiale und Transformationen
- Differentialoperatoren, Integralsätze und krummlinige Koordinaten
- Konstruktion von Vektorfeldern aus Quellen und Wirbeln
- [Strömungen und Kontinua]

Grundlagen der Maxwell-Theorie

- Die Maxwellschen Gleichungen im Vakuum und Wellenphänomene
- Ladungsverteilungen und elektrostatische Randwertprobleme
- Variablenseparation und Entwicklung nach orthogonalen Funktionensystemen
- Magnetostatik und Multipolentwicklungen
- [Über die Symmetrien der Maxwell-Gleichungen]

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

zu Lehrveranstaltung 2)

Probleme zur Lehrveranstaltung 1)

Lehr und Lernmaterialien zu 2)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Classical particles and fields Klassische Teilchen und Felder	Department head of Physics	German	8	WS

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Theory of particles and fields I Theorie klassischer Teilchen und Felder I	All instructors in Theoretical Physics		V	4
2)	Classroom exercises for theory of particles and fields I Übungen zur Theorie klassischer Teilchen und Felder I	All instructors in Theoretical Physics		Ü	4

Learning Outcomes, Acquired competence

Students are familiar with the systematics of classical physics for the treatment of particles and fields and their dynamics. They know strategies for a theoretical description of physical problems and are able to communicate them among other students. They are able to independently solve problem sets in this field.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Introduction to theoretical physics	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		Written test, calculation and presentation of exercises	

Comments

Content/Syllabus

Course 1)

Dynamics of center of mass

- motion in one dimension
- central forces, collisions and scattering
- boundary conditions, virtual forces and generalized coordinates
- variational and least-action principle
- Hamilton mechanics and canonical transformations.

Basics of classical field theory

- systems of particles and small oscillations
- vector fields, potentials and transformations
- differential operators, integrals and curved coordinates
- konstruktion of vector fields from source and vortices
- [currents and continua].

Basics of Maxwell theory

- Maxwell equations in vacuum and wave phenomena
- charge distributions and electrostatic boundary problems
- separation of variables and orthogonal functions
- magnetostatics und multipole expansions
- [symmetries of Maxwell equations].

References/Textbooks:

Course 2)

Problems on subjects of course 1)

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Quantenphysik	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	12	SS
Quantum physics				

Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1) Physik IV Physics IV	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		V	4
2) Quantentheorie und Statistische Physik(LaG MEd-LaB) Quantum theory and statistical physics (LaG Med-LaG)	Alle Hochschullehrer der Theoretischen Physik		V	3
3) Tutorium zu Quantenphysik Tutorial for Quantum physics	Alle Dozenten der Physik des FB 05		TÜ	5

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, experimentelle Phänomene und theoretische Konzepte der Quantenphysik. Sie kennen Lösungsstrategien aus diesem Themengebiet und können diese mit anderen Studierenden kommunizieren. Sie können Aufgaben aus diesem Bereich selbstständig lösen.

Die Studierenden kennen grundlegende Prinzipien des Unterrichtsaufbaus und können schulrelevante Themen aus der Quantenphysik für den Unterricht aufarbeiten.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physik I-III, Einführung in die Theoretische Physik, Klassische Teilchen und Felder I	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		mündliche Prüfung (Experiment und Theorie)	je 20 min gemeinsame Prüfung durch zwei ProfessorInnen der experimentellen und theoretischen Physik

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Quantenphysik - experimentell

- Verteilungsfunktionen
- Welleneigenschaften von Teilchen und Unschärferelation
- Schrödingergleichung
- Stationäre Zustände von Elektronen der Atomhülle: das Wasserstoffatom und sein Spektrum
- Mehrelektronenatome, Pauli-Prinzip, Kopplung von Drehimpulsen, Schalenstruktur, Periodisches System der Elemente
- Atome in elektrischen und magnetischen Feldern
- Wasserstoffmolekül
- Moleküle und Molekülspektren
- Elementarteilchen (Leptonen, Quarks und Kerne) und Wechselwirkungen
- Spezielle Relativitätstheorie

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

zu Lehrveranstaltung 2)

Quantentheorie und Statistische Physik

- Einführung: de Broglie-Relationen, Superpositionsprinzip, Wellenpaket, Schrödinger-Gleichung
- Operatoren: Impulsoperator, Hamiltonoperator für freies Teilchen
- Systematische Behandlung des Einteilchensystems: Zuordnung von Operatoren zu Observablen, kanonische Vertauschungsrelationen
- Zeitliche Entwicklung, stationäre Lösungen. Eigenwerte von Operatoren und Messwerte einer Observablen
- Eindimensionaler Harmonischer Oszillator: Spektrum und Eigenvektoren mit Hilfe von Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren

- Systematische Behandlung des inneren Produkts. Hermitesche Operatoren: reelle Eigenwerte, Orthogonalität von Eigenvektoren zu verschiedenen Eigenwerten
- Wahrscheinlichkeit für ein Messergebnis (bei diskretem Spektrum), Erwartungswert, Unschärfe
- Herleitung der Unschärferelation, Wahrscheinlichkeit für Ortsmessung
- Wahrscheinlichkeit für Impulsmessung, Fouriertransformation
- Eigenvektoren kommutierender Operatoren, Drehimpulsoperatoren: Herleitung von Eigenwerten und Eigenvektoren aus Vertauschungsrelationen
- Bahndrehimpuls, Kugelflächenfunktionen
- Spin-1/2-Teilchen, kombinierte Orts-Spin-Wellenfunktionen, Pauli-Matrizen
- Zwei-Teilchen-Wellenfunktionen, ununterscheidbare Teilchen, Fermionen/Bosonen
- N-Teilchen-Wellenfunktionen für Fermionen bzw. Bosonen, Slaterdeterminanten
- Zentralkraftproblem: Wasserstoffatom
- Wasserstoffatom, Zwei-Elektron-Atom (Helium)
- Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip und Schalenstruktur der Atome (Aufbau des Periodensystems der Elemente)
- Bra-Ket-Schreibweise. Statistische Gesamtheiten (ohne Einführung des statistischen Operators).

Statistische Physik

- Statistische Gesamtheiten zur Beschreibung makroskopischer Systeme
- Mikrokanonische Gesamtheit. Kanonische Gesamtheit. Herleitung der kanonischen aus der mikrokanonischen Gesamtheit
- Zustandssumme und mittlere Energie des harmonischen Oszillators in der kanonischen Gesamtheit
- Statistische Definition von Wärmezufuhr und am System geleisteter Arbeit
- Grundbegriffe der makroskopischen Thermodynamik: Zustandsgröße, Zustandsgleichung, absolute Temperatur, ideales Gasgesetz. 1. Hauptsatz
- Statistische Definition der Entropie, Vergleich mit informationstheoretischer Interpretation der Entropie
- Teilchen im Kasten: Lösung der Schrödingergleichung, Dichte der Einteilchenzustände. Allgemeine Herleitung Zustandsgleichung für ein ideales Gas nichtrelativistischer Teilchen
- Form der Zustandssumme in der kanonischen Gesamtheit im Grenzfall starker Verdünnung: Einteilchenzustandssumme für Teilchen im Kasten
- Ideales Gas in der kanonischen Gesamtheit, ideales Gasgesetz, Zusammenhang von β und absoluter Temperatur
- Großkanonische Gesamtheit: Herleitung aus der mikrokanonischen Gesamtheit
- Besetzungszahldarstellung. Mittlere Besetzungszahlen für ideales Fermigas und Bosegas. Grenzfall starker Verdünnung, Boltzmannngas
- Fermigas für $T = 0$
- Qualitative Erläuterung der Bose-Einstein-Kondensation
- Diskussion des klassischen Grenzfalles für die kanonische Zustandssumme.

Lehr und Lernmaterialien zu 2)

zu Lehrveranstaltung 3)

Probleme zu Inhalten der Veranstaltungen 1) und 2)

Lehrpläne und Vertiefung und Festigung grundlegender Unterrichtskonzepte mit Beispielen aus der Quantenphysik

- Handlungsorientierung
- Hypothese-Experiment-Auswertung
- Modellbildung
- Alltagsbezug

Lehr und Lernmaterialien zu 3)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Quantum physics Quantenphysik	Department head of Physics	German	12	SS

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Physics IV Physik IV	All instructors in Experimental Physics		V	4
2)	Quantum theory and statistical physics (LaG Med-LaG) Quantentheorie und Statistische Physik (LaG Med-LaG)	All instructors in Theoretical Physics		V	3
3)	Tutorial for Quantum physics Tutorium zu Quantenphysik	All instructors of the department of Physics		TÜ	5

Learning Outcomes, Acquired competence

Students are familiar with experimental phenomena and theoretical concepts in quantum physics. They know strategies to solve problems in this area, and can communicate them among each other. They are able to independently solve problem sets in this field.

Students are familiar with basic principles and structures of physics classes and know how to prepare subjects about quantum physics for these classes.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		physics I-III, Introduction to theoretical physics, classical particles and fields I	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		oral examination (experiment and theory)	je 20 min gemeinsame Prüfung durch zwei ProfessorInnen der experimentellen und theoretischen Physik

Comments

Content/Syllabus

Course 1)

Quantum Physics - experimental part

- distribution functions
- wave properties of particles and uncertainty relation
- Schrödinger equation
- stationary states of electrons in the atom: hydrogen atom and its spectrum
- multi electron atoms, Pauli principle, coupling of angular momenta, shell structure, periodic system of the elements
- atoms in electric and magnetic fields
- hydrogen molecule
- molecules and molecular spectra
- elementary particles (Leptons, Quarks und Nuclei) and interactions
- special theory of relativity.

References/Textbooks:

Course 2)

Quantum theory and statistical physics

- Introduction: de Broglie-relations, superposition principle, wavepacket, Schrödinger equation
- Operators: momentum operator, Hamilton operator for free particle
- Systematic treatise of the single particle system: operators and observables, canonical permutation relations
- Time development, stationary solution. Eigenvalues of operators and measured values of observables
- one-dimensional harmonic oscillator: Spectrum and Eigenvectors by creation and annihilation operators
- Systematic treatise of inner products. Hermitian operators: real eigenvalues, orthogonality of eigenvectors for different eigenvalues
- Probability for a measurement (discrete spectrum), expectation value, uncertainty
- Development of the uncertainty relation, probability for the determination of the position
- Probability for determination of the momentum, Fourier transformation
- Eigenvectors of commuting operators, angular-momentum operators: determination of eigenvalues and eigenvectors from permutation relations
- Orbital-momentum, spherical harmonics
- Spin-1/2-particles, combined position-spin wave functions, Pauli-matrices
- Two-particle wave functions, indistinguishable particles, Fermions/Bosons
- N-particle wave functions for Fermions and Bosons, Slater determinants
- Central force problem: Hydrogen atom
- Two-electron atom (Helium)
- Many-electron systems, Pauli-principle and shell structure of atoms (Periodic system of the elements)
- Bra-Ket notation. Statistical ensembles (without introduction of statistical operators).

Statistical Physics

- Statistical ensembles for the description of macroscopic systems
- Micro canonical ensemble. canonical ensemble. Deduction of the canonical ensemble from the micro canonical ensemble
- Partition sum and mean energy of the harmonic oscillator in the canonical ensemble
- Statistical definition heat and work
- Basics of macroscopic thermodynamics: property of state, equation of state, absolute temperature, ideal gas, 1st law
- Statistical definition of entropy, comparison with information theoretical interpretation of entropy
- Particle in a box: solution of the Schrödinger equation, density of single particle states. Equation of state for an ideal gas non-relativistic particle
- Partition sum of states for a canonical ensemble in the limit of strong dilution: single particle sum of states for a particle in a box
- Ideal gas in the canonical ensemble, law for an ideal gas, relation between β and absolute temperature
- grand canonical ensemble from a micro canonical ensemble
- partition number representation. Mean partition numbers for ideal Fermi gas and Bose gas. Limit of strong dilution, Boltzmann gas
- Fermi gas at $T = 0$
- Qualitative explanation of Bose-Einstein condensation

- Discussion of the classical limit for the canonical partition sum.

References/Textbooks:

Course 3)

Problems on subjects of course 1) and 2)

Curricula of physics classes and basic didactical concepts in quantum physics

- pupils active contributions
- hypothesis-experiment-data evolution
- models
- relations to every days life

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Grundpraktikum	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	5	WS / SS
Basic Physics Lab				

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Grundpraktikum I Basic Physics Lab I	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		P	3
2)	Grundpraktikum II Basic Physics Lab II	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		P	2

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen grundlegende experimentelle Techniken, wichtige Regeln der Protokollführung und einfache Verfahren der Datenanalyse
- haben gelernt, die Ergebnisse der durchgeführten Experimente kritisch zu bewerten
- können die Ergebnisse präsentieren
- haben gelernt im Team zu arbeiten und wissenschaftlich untereinander zu kommunizieren
- besitzen nach Durchführung der einzelnen Versuche ein tieferes Verständnis physikalischer Zusammenhänge zum jeweilig behandelten Thema.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		keine speziellen Vorkenntnisse	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Testate (mündliche Eingangsprüfung, Versuchsprotokolle, schriftliche Ausarbeitung)	

Erläuterungen: Für Master of Education: nur 3 Versuche aus unten stehenden Gebieten

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1) Auswahl aus 9 Grundversuchen aus den Gebieten

- Mechanik, z.B.

Fallbeschleunigung, Elastischer Stoß, Stoßpendel, Resonanzkurven, Drehbewegung, Newtonsche Mechanik, Kreisel, Vakuum-Technik

- Wärmelehre, z.B.:

Kalorimetrie, Luftdruck und Luftdichte, Thermoelektrizität, Dampfdruck von Wasser, Spezifische Wärme fester Körper, C_p/C_V von Luft, CO_2 und Argon, Wärmepumpe, Wärmeleitung von Metallen

- Elektrizitätslehre, z.B.:

Phasenverschiebung Induktionsversuch, Elektrostatische Felder, Mikrowellen, Millikan-Versuch, Elektronische Bauteile, Hall-Effekt

- Optik, z.B.:

Mikroskop, Beugung am Spalt, Beugung, Polarisierung und Doppelbrechung, Drehung der Polarisierungsebene, Interferometer, Phasenkontrastmikroskop, Prismenspektralapparat

- Kernphysik, z.B.:

Strahlenschutz, Absorption von γ -Strahlung, Dosimetrie und Strahlenschutz, Künstliche Radioaktivität, Ablenkung von β -Strahlen, Szintillations- γ -Spektroskopie, Statistik und statistischer Fehler, Rutherford-Streuung.

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

zu Lehrveranstaltung 2) Auswahl an 6 Versuchen aus den Gebieten

- Mechanik, z.B.

Fallbeschleunigung, Elastischer Stoß, Stoßpendel, Resonanzkurven, Drehbewegung, Newtonsche Mechanik, Kreisel, Vakuum-Technik

- Wärmelehre, z.B.:

Kalorimetrie, Luftdruck und Luftdichte, Thermoelektrizität, Dampfdruck von Wasser, Spezifische Wärme fester Körper, C_p/C_V von Luft, CO_2 und Argon, Wärmepumpe, Wärmeleitung von Metallen

- Elektrizitätslehre, z.B.:

Phasenverschiebung Induktionsversuch, Elektrostatische Felder, Mikrowellen, Millikan-Versuch, Elektronische Bauteile, Hall-Effekt

- Optik, z.B.:

Mikroskop, Beugung am Spalt, Beugung, Polarisierung und Doppelbrechung, Drehung der Polarisierungsebene, Interferometer, Phasenkontrastmikroskop, Prismenspektralapparat

- Kernphysik, z.B.:

Strahlenschutz, Absorption von γ -Strahlung, Dosimetrie und Strahlenschutz, Künstliche Radioaktivität, Ablenkung von β -Strahlen, Szintillations- γ -Spektroskopie, Statistik und statistischer Fehler, Rutherford-Streuung.

Lehr und Lernmaterialien zu 2)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Basic Physics Lab Grundpraktikum	Department head of Physics	German	5	WS / SS

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Basic Physics Lab I Grundpraktikum I	All instructors in Experimental Physics		P	3
2)	Basic Physics Lab II Grundpraktikum II	All instructors in Experimental Physics		P	2

Learning Outcomes, Acquired competence

Students

- are familiar with basic experimental techniques, know the rules for documentation of experiments, and are able to apply simple data analysis
- are able to reflect critically upon the results of experiments
- are able to present the results of experiments
- are able to work within a team and communicate scientifically with other members of the team
- have received a deeper understanding of the investigated field.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		no specific knowledge	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		Certificates (based on oral exam on prerequisites, laboratory protocol, report)	

Comments: For Master of Education: only 3 experiments from course 2)

Content/Syllabus

Course 1) 9 selectable basic experiments from

- Mechanics, e.g.:
Fee-Fall Acceleration, Elastic Collision, Pendulum, Resonance curves, Rotational motion, Newton's mechanics, Tops, Vacuum techniques
- Thermodynamics, e.g.:
Calorimetry, pressure and density of air, Thermoelectricity, Vapor pressure of water, Specific heat of solids, C_p/C_v of air, CO_2 , and Argon, heat pump, heat conductivity metals
- Electricity, e.g.:
Phaseshift, Induction, Electrostatic fields, Microwaves, Millikan-experiment, Electronic units, Hall-Effect
- Optics, e.g.:
Microscope, Diffraction, Diffraction at a slit, Polarization and birefringence, rotation of polarization, Interferometer, Phase contrast microscope, Prism spectrometer
- Nuclear physics, e.g.:
Protection from high energy radiation, Absorption von γ -Rays, Dosimetry and protection, Induced activity, Scattering of β -rays, Szintillation- γ -Spectroscopy, Statistics and statistical errors, Rutherford-Scattering.

References/Textbooks:

Course 2) 6 selectable experiments from

- Mechanics, e.g.:
Free-Fall Acceleration, Elastic Collision, Pendulum, Resonance curves, Rotational motion, Newton's mechanics, Tops, Vacuum techniques
- Thermodynamics, e.g.:
Calorimetry, pressure and density of air, Thermoelectricity, Vapor pressure of water, Specific heat of solids, C_p/C_v of air, CO_2 , and Argon, heat pump, heat conductivity metals
- Electricity, e.g.:
Phaseshift, Induction, Electrostatic fields, Microwaves, Millikan-experiment, Electronic units, Hall-Effect
- Optics, e.g.:
Microscope, Diffraction, Diffraction at a slit, Polarization and birefringence, rotation of polarization, Interferometer, Phase contrast microscope, Prism spectrometer
- Nuclear physics, e.g.:
Protection from high energy radiation, Absorption von γ -Rays, Dosimetry and protection, Induced activity, Scattering of β -rays, Szintillation- γ -Spectroscopy, Statistics and statistical errors, Rutherford-Scattering.

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Hauptpraktikum	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	6	SS / WS
Laboratory in Physics				

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Hauptpraktikum Main Physics Lab	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		P	1
2)	Fortgeschrittenen-Praktikum Advanced Physics Lab	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik		P	5

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen den Aufbau ausgewählter grundlegender Versuche aus der klassischen und modernen Physik
- kennen unterschiedliche Experimentiertechniken aus dem wissenschaftlichen Umfeld des Fachbereichs Physik
- wissen, wie Experimente ausgewertet werden und welche theoretischen Konzepte zu ihrer Interpretation benötigt werden
- haben gelernt, eine eng abgesteckte Aufgabe selbstständig zu bearbeiten und können einen wissenschaftlichen Bericht drüber anfertigen.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physik III (für Hauptpraktikum), Modul Quantenphysik (für Fortgeschrittenen-Praktikum)	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Testate (mündliche Eingangsprüfung, Versuchsprotokolle, schriftliche Ausarbeitung)	

Erläuterungen: Für Master of Education: nur Lehrveranstaltung 1)

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1) Auswahl an 2 vertiefenden Versuchen aus den Gebieten

- Mechanik, z.B.

Fallbeschleunigung, Elastischer Stoß, Stoßpendel, Resonanzkurven, Drehbewegung, Newtonsche Mechanik, Kreisel, Vakuum-Technik

- Wärmelehre, z.B.:

Kalorimetrie, Luftdruck und Luftdichte, Thermoelektrizität, Dampfdruck von Wasser, Spezifische Wärme fester Körper, Cp/CV von Luft, CO₂ und Argon, Wärmepumpe, Wärmeleitung von Metallen

- Elektrizitätslehre, z.B.:

Phasenverschiebung Induktionsversuch, Elektrostatische Felder, Mikrowellen, Millikan-Versuch, Elektronische Bauteile, Hall-Effekt

- Optik, z.B.:

Mikroskop, Beugung am Spalt, Beugung, Polarisierung und Doppelbrechung, Drehung der Polarisierungsebene, Interferometer,

Phasenkontrastmikroskop, Prismenspektralapparat

- Kernphysik, z.B.:

Strahlenschutz, Absorption von γ -Strahlung, Dosimetrie und Strahlenschutz, Künstliche Radioaktivität, Ablenkung von β -Strahlen, Szintillations- γ -Spektroskopie, Statistik und statistischer Fehler, Rutherford-Streuung.

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

zu Lehrveranstaltung 2) 4 Versuche aus den Bereichen

Angewandte Physik, z.B.:

Frank-Hertz-Versuch, Polarisation und Doppelbrechung, Austrittsarbeit von Elektronen, Holografie, Hall-Effekt, Elektronenbeugung, Resonanzverhalten nichtlinearer Resonatoren, Transport in dünnen Schichten, Interferenzrefraktor von Jamin, Laserdiodengepumpter Nd:YAG-Laser und Frequenzverdoppelung, Fourier-Optik.

Festkörperphysik, z.B.:

Mechanische Relaxation in Kunststoffen, Nichtlineare Effekte in Dioden, Signal-Rausch-Verbesserung, Thermometrie bei tiefen Temperaturen, Mikrowellenspektroskopie, Zeeman-Effekt, Infrarot-Spektroskopie, Raman-Spektroskopie, Stern-Gerlach-Versuch, Gepulste Kernspinresonanz, Spezifische Wärme von Beryllium, Röntgenographische Bestimmung eines Kristallinitätsgrades, Quanten-Hall-Effekt, Supraleitung, Strukturanalyse mit Röntgenstrahlen nach Debye-Scherrer, Stochastische Resonanz, Leitfähigkeitsmessungen an Ionenleitern.

Kernphysik, z.B.:

Wechselwirkung von γ -Strahlung mit Materie, Radioaktivität in der Umwelt, Bremsung und Diffusion von Neutronen, Transistorverstärker und digitale Bauelemente, α -Spektroskopie mit Halbleiterzählern, Mößbauereffekt, Höhenstrahlung, Paritätsverletzung beim β -Zerfall, Messung der Lebensdauer von Positronen in Materie, Positronen-Emissions-Tomographie (PET), Bestimmung der Lebensdauer von Myonen, Operationsverstärker und Computersimulation elektronischer Schaltungen.

Miniforschung in Arbeitsgruppen.

Lehr und Lernmaterialien zu 2)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Laboratory in Physics Hauptpraktikum	Department head of Physics	German	6	SS / WS

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Main Physics Lab Hauptpraktikum	All instructors in Experimental Physics		P	1
2)	Advanced Physics Lab Fortgeschrittenen-Praktikum	All instructors in Experimental Physics		P	5

Learning Outcomes, Acquired competence

Students

- are familiar with the set-up of selected basic experiments in classical and modern physics
- know different experimental techniques underlying the scientific activities of the physics department
- know advanced methods of data evaluation and the theoretical concepts for the interpretation of the experiments
- are able to work out a well defined and limited problem independently, and furnish a scientific report about it.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physics III (for Main Practice), Modul Quantum physics (for Advanced Practice)	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination

Comments: For Master of Education only course 1)

Content/Syllabus

Course 1) 2 selected experiments on special topics from

- Mechanics, e.g.:
 - Fee-Fall Acceleration, Elastic Collision, Pendulum, Resonance curves, Rotational motion, Newton's mechanics, Tops, Vacuum techniques
- Thermodynamics, e.g.:
 - Calorimetry, pressure and density of air, Thermoelectricity, Vapor pressure of water, Specific heat of solids, C_p/C_v of air, CO_2 , and Argon, heat pump, heat conductivity metals
- Electricity, e.g.:
 - Phaseshift, Induction, Electrostatic fields, Microwaves, Millikan-experiment, Electronic units, Hall-Effect
- Optics, e.g.:
 - Microscope, Diffraction, Diffraction at a slit, Polarization and birefringence, rotation of polarization, Interferometer, Phase contrast microscope, Prism spectrometer
- Nuclear physics, e.g.:
 - Protection from high energy radiation, Absorption von γ -Rays, Dosimetry and protection, Induced activity, Scattering of β -rays, Szintillation- γ -Spectroscopy, Statistics and statistical errors, Rutherford-Scattering.

References/Textbooks:

Course 2) 4 experiments from the area:

- applied physics, e.g.:

Frank-Hertz, polarization and birefringence, work function of electrons, holography, Hall-Effect, electron scattering, resonance of non-linear resonators, transport in thin layers, interference refractor by Jamin, laser diode pumped Nd:YAG laser and frequency doubling, Fourier optics.

- solid state physics, e.g.:

mechanical relaxation in polymers, non-linear effects in diodes, signal-noise improvement, thermometrics at low temperatures, microwave spectroscopy, Zeeman-Effect, Infrared-spectroscopy, Raman-spectroscopy, Stern-Gerlach experiment, pulsed nuclear spin resonance, specific heat of Beryllium, röntgenographic determination of the degree of crystallinity, Quanten-Hall effect, superconductivity, Debye-Scherrer structure analysis with X-rays, stochastic resonance, conductivity of ionic conductors.

nuclear physics, e.g.:

interaction of γ -rays with matter, radioactivity in the environment, thermalization and diffusion of neutrons, transistor amplifier and digital elements, α -spectroscopy with semiconductor counters, Mößbauer effect, cosmic radiation, parity violation and β -decay, positron life time in matter, positron-emission-tomography (PET), life time of myons, operational amplifiers and computer simulation of electronic circuits.

Projects in experimental groups.

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Optik	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	3	SS
Optics				

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
	1) Optik I	Alle Hochschullehrer der Experimentellen (angewandten) Physik		V	3
	Optics I				

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die grundlegenden Phänomene, Messmethoden und Vorgehensweisen der klassischen Optik
- verstehen die Grundsätze der klassischen Optik
- besitzen Einblick in technologische Anwendungen
- können Aufgaben aus diesem Bereich selbstständig lösen.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physik I-IV, Quantenmechanik	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Mündliche Prüfung	30 min

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Grundlagen der Optik

- Wellengleichung und Elektromagnetismus
- Geometrische Optik
- Fresnelgleichungen
- Interferenz
- Fraunhofer und Fresnelbeugung
- Kohärenz
- Fourier-Optik
- Holografie
- Integrierte Optik
- Wechselwirkung von Licht mit Materie
- Grundlagen des Lasers.

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Optics Optik	Department head of Physics	German	3	SS

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Optics I Optik I	All instructors in Experimental (Applied) Physics		V	3

Learning Outcomes, Acquired competence

Students

- know basic phenomena , experimental methods and procedures in classical optics
- understand basic concepts in classical optics
- have gained insight in technological applications
- are able to solve problems from this field independently.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physics I-IV, quantum mechanics	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		oral examination	30 min

Comments

Content/Syllabus

Course 1)

Basics of optics

- wave equations and electromagnetism
- geometric optics
- Fresnel equations
- interference
- Fraunhofer and Fresnel diffraction
- coherence
- Fourier optics
- holography
- integrated optics
- interaction of light with matter
- basics of lasers.

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Festkörperphysik	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	3	SS
Solid State Physics				

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Festkörperphysik	Alle Hochschullehrer der experimentellen (Festkörper-) Physik		V	3
	Solid State Physics				

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die grundlegenden Begriffe, Modelle, experimentellen Methoden und theoretische Konzepte zur Beschreibung der kondensierten Materie
- verstehen die wesentlichen Phänomene, die das Verhalten kondensierter Materie kennzeichnen
- besitzen Einblick in technologische Anwendungen.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physik I-IV, Quantenmechanik	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Mündliche Prüfung	30 min

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Grundlagen der Festkörperphysik

- Aufbau kondensierter Materie (Kristalle, amorphe Systeme)
- Konzepte zur Beschreibung periodischer Strukturen (Gitter, Basis, reziprokes Gitter)
- Strukturbestimmung (Röntgen-, Elektronen- und Neutronenbeugung, Rastermethoden)
- Bindungstypen und -energien
- Elastische Eigenschaften und Gitterschwingungen
- Metallisches Verhalten: das Modell des Freien Elektronengases (elektrische Leitfähigkeit, Abschirmung, Hall-Effekt)
- Thermische Eigenschaften (Wärmeleitung, -kapazität)
- Elektronische Bandstruktur (Bänder, Bandlücken)
- Halbleiter
- dielektrisches Verhalten
- magnetische Eigenschaften
- Phänomenologie der Supraleitung.

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Solid State Physics Festkörperphysik	Department head of Physics	German	3	SS

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Solid State Physics Festkörperphysik	All instructors in Experimental Solid State Physics		V	3

Learning Outcomes, Acquired competence

Students

- know basic ideas, models, experimental methods and theoretical concepts to describe condensed matter
- understand important phenomena, significant for condensed matter
- have gained insight in technological applications.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physics I-IV, quantum mechanics	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		oral examination	30 min

Comments

Content/Syllabus

Course 1)

Basics of Solid State Physics

- composition of condensed matter (crystals, amorphous systems)
- concepts for the description of periodic structures (lattice, basis, reciprocal lattice)
- structure determination (X-ray-, electron- and neutron- diffraction, AFM and similar methods)
- binding types and energies
- elastic properties and lattice dynamics
- metals: free electron gas (electrical conductivity, screening, Hall-effect)
- thermal properties (heat conductivity, and capacity)
- electronic band structure (energy bands, band gaps)
- semi conductors
- dielectric behaviour
- magnetic properties
- phenomenology of superconductivity.

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Kernphysik	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	3	SS
Nuclear Physics				

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Kernphysik	Alle Hochschullehrer der experimentellen (Kern-) Physik		V	3
	Nuclear Physics				

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die Grundlagen der Kernphysik
- besitzen einen Einblick in moderne Entwicklungen
- kennen Anwendungen der kernphysikalischen Methoden.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physik I-IV, Quantenmechanik	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Mündliche Prüfung	30 min

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Grundlagen der Kernphysik

- Einleitung (Definition, Beispiele für Phänomene und Anwendungen)
- Aufbau und Eigenschaften von Atomkernen (Größe, Masse, Quantenzahlen)
- Kernzerfälle (α -Zerfall, Spontanspaltung, β -Zerfall, γ -Zerfall)
- Beschleuniger (elektrostatische Beschleuniger, Hochfrequenzbeschleuniger)
- Kernreaktionen (Kinematik, Coulomb-Anregung, Compoundkerne und direkte Reaktionen)
- Schalenmodell (empirische Beobachtungen, Ableitung, Vorhersagen)
- Kollektive Anregungen (Vibrationen, Rotationen, Riesenresonanzen)
- Starke Wechselwirkung (Isospinformalismus, Zwei-Nukleonen-System, Struktur der Nukleonen, Quarkmodell)
- Schwache Wechselwirkung (Fermi-Theorie, Grundlagen des Standardmodells)
- Nukleare Astrophysik (Grundlagen)
- Anwendungen (Anwendungen in der Medizin, Kernspaltung und Kernfusion).

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Nuclear Physics Kernphysik	Department head of Physics	German	3	SS

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Nuclear Physics Kernphysik	All instructors in Experimental (Nuclear) Physics		V	3

Learning Outcomes, Acquired competence

Students

- are familiar with basic phenomena and concepts in nuclear physics
- have gained insight into contemporary developments in this field
- know applications of methods in nuclear physics.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physics I-IV, quantum mechanics	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		oral examination	30 min

Comments

Content/Syllabus

Course 1) Basics of nuclear physics

- introduction (definitions, examples for phenomena and applications)
- structure and properties of nuclei (size, mass, quantum numbers)
- radioactive decay (α -decay, spontaneous fission, β -decay, γ -decay)
- accelerators (electrostatic accelerators, high frequency accelerator)
- nuclear reactions (cinematics, Coulomb excitation, compound nuclei und direct reactions)
- shell model (empirical observations, derivation, anticipations)
- collective excitations (vibrations, rotations, giant resonances)
- strong interaction (Isospin formalism , two-nucleon-system, structure of nuclei, Quark- modell)
- weak interaction (Fermi-Theory, basics of the standard modell)
- nuclear astrophysics (basics)
- applications (applications in der medicine, nuclear fisson und nuclear fusion).

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Struktur der Materie	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	3	SS
Structure of Matter				

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Struktur der Materie	Alle Hochschullehrer der experimentellen Physik		V	3
	Structure of Matter				

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die grundlegenden Begriffe, Modelle, experimentellen Methoden und theoretische Konzepte zur Beschreibung und zum Verständnis des Aufbaus der Materie
- verstehen die wesentlichen Eigenschaften von Materie auf unterschiedlichen Organisationsstufen
- besitzen Einblick in technologische Anwendungen.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physik I-IV, Quantenmechanik	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Mündliche Prüfung	30 min

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Aufbau der Materie

- Aufbau und Eigenschaften von Atomkernen (Größe, Masse, Quantenzahlen)
- Kernzerfälle (α -Zerfall, Spontanspaltung, β -Zerfall, γ -Zerfall)
- Schalenmodell (empirische Beobachtungen, Ableitung, Vorhersagen)
- Kollektive Anregungen (Vibrationen, Rotationen, Riesenresonanzen)
- Starke Wechselwirkung (Isospin formalismus, Zwei-Nukleonen-System, Struktur der Nukleonen, Quarkmodell)
- Schwache Wechselwirkung (Fermi-Theorie, Grundlagen des Standardmodells)
- Nukleare Astrophysik (Grundlagen)
- Anwendungen (Anwendungen in der Medizin, Kernspaltung und Kernfusion)
- Aufbau kondensierter Materie (Kristalle, amorphe Systeme)
- Konzepte zur Beschreibung periodischer Strukturen (Gitter, Basis, reziprokes Gitter)
- Strukturbestimmung (Röntgen-, Elektronen- und Neutronenbeugung, Rastermethoden)
- Bindungstypen und -energien
- Elastische Eigenschaften und Gitterschwingungen
- Metallisches Verhalten: das Modell des Freien Elektronengases (elektrische Leitfähigkeit, Abschirmung, Hall-Effekt)
- Thermische Eigenschaften (Wärmeleitung, -kapazität)
- Elektronische Bandstruktur (Bänder, Bandlücken, Halbleiter)
- dielektrische und magnetische Eigenschaften
- Phänomenologie der Supraleitung.

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Structure of Matter	Department head of Physics	German	3	SS
Struktur der Materie				

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Structure of Matter	All instructors in Experimental Physics		V	3
	Struktur der Materie				

Learning Outcomes, Acquired competence

Students

- are familiar with basic ideas, models, experimental methods and theoretical concepts to describe and understand the various states of matter
- understand important properties of matter in their different states of organization
- have insight into technological applications.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physics I-IV, quantum mechanics	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		oral examination	30 min

Comments

Content/Syllabus

Course 1)

Structure of matter

- structure and properties of nuclei (size, mass, quantum numbers)
- radioactive decay (α -decay, spontaneous fission, β -decay, γ -decay)
- accelerators (electrostatic accelerators, high frequency accelerator)
- nuclear reactions (kinematics, Coulomb excitation, compound nuclei and direct reactions)
- shell model (empirical observations, derivation, anticipations)
- collective excitations (vibrations, rotations, giant resonances) strong interaction (Isospin formalism, two-nucleon-system, structure of nuclei, Quark-modell)
- weak interaction (Fermi-Theory, basics of the standard model)
- nuclear astrophysics (basics)
- applications (applications in der medicine, nuclear fission and nuclear fusion)
- composition of condensed matter (crystals, amorphous systems)
- concepts for the description of periodic structures (lattice, basis, reciprocal lattice)
- structure determination (X-ray-, electron- and neutron- diffraction, AFM and similar methods)
- binding types and energies
- elastic properties and lattice dynamics
- metals: free electron gas (electrical conductivity, screening, Hall-effect)
- thermal properties (heat conductivity, and capacity)
- electronic band structure (energy bands, band gaps, semi conductors)
- dielectric and magnetic properties
- phenomenology of superconductivity.

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Praktikum und Proseminar zur Physik	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	8	WS/SS
Tutorial and seminar on physics				

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Praktikum und Proseminar zur Physik I Practicum and seminar on physics I	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik und Lehrbeauftragte aus dem Schulbereich		SPT	4
2)	Praktikum und Proseminar zur Physik II Practicum and seminar on physics II	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik, Lehrbeauftragte und Lehrbeauftragte aus dem Schulbereich		SPT	3
3)	Praktikum und Proseminar zur Physik III (LaG) Practicum and seminar on physics III (LaG)	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik, Lehrbeauftragte und Lehrbeauftragte aus dem Schulbereich		SPT	1

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die Grundregeln wissenschaftlichen Experimentierens (Versuchsplanung, -aufbau, -durchführung und -auswertung)
- können im Team gestellte Aufgaben strukturieren und verteilen
- haben ein vertieftes Verständnis physikalischer Zusammenhänge entwickelt
- kennen grundlegende Experimente in der Physik und können deren wesentliche Hintergründe anderen vermitteln und mit ihnen diskutieren
- kennen den Bezug der Studieninhalte zu Alltagssituationen und Inhalten des Physikunterrichts an Schulen
- können andere zum Experimentieren motivieren und anleiten
- erkennen Verständnisschwierigkeiten und können auf diese eingehen
- können Praktikanten anhand eines Kriterienkatalogs beurteilen.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Die jeweiligen Kurse in Experimentalphysik, Präsentations-/Moderationstraining bei der HDA	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Versuchsprotokoll, Präsentation, Berichte mit Beurteilungen zu betreuten Versuchen	

Erläuterungen

Die Studierenden betreuen die Versuchsdurchführung anderer Studierender im Physikalischen Praktikum

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1) siehe Physik I, Präsentations- und Moderationstechniken, vertiefte Kenntnisse zu den jeweiligen Versuche, Präsentation der Versuche und ihrer Bedeutung.

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

zu Lehrveranstaltung 2) siehe Physik II, Präsentations- und Moderationstechniken.

Lehr und Lernmaterialien zu 2)

zu Lehrveranstaltung 3) siehe Physik III, Präsentations- und Moderationstechniken.

Lehr und Lernmaterialien zu 3)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Tutorial and seminar on physics Praktikum und Proseminar zur Physik	Department head of Physics	German	8	WS/SS

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Practicum and seminar on physics I Praktikum und Proseminar zur Physik I	All instructors in Experimental Physics and teachers as lecturers for the department of Physics		SPT	4
2)	Practicum and seminar on physics II Praktikum und Proseminar zur Physik II	All instructors in Experimental Physics and teachers as lecturers for the department of Physics		SPT	3
3)	Practicum and seminar on physics III (LaG) Praktikum und Proseminar zur Physik III (LaG)	All instructors in Experimental Physics and teachers as lecturers for the department of Physics		SPT	1

Learning Outcomes, Acquired competence

Students

- are familiar with the rules of scientific experimental methods (planning, set-up, implementation, and analysis)
- are able to analyse and assign duties within a team
- have received a deeper understanding of the interplay between different subjects in physics
- know basic experiments in physics and can explain their main ingredients to an audience
- know the relation of physics to every day life and the topics of physics courses at school
- know how to motivate and guide others during experiments
- recognize problems in understanding, and know how to react on them
- can judge students according to a given set of criteria.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Corresponding courses in experimental physics, presentation and moderation training at HDA	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		Protocol of experiments, presentation, report about supervision activities with judgement	

Comments

Students supervise other groups in the physics labs

Content/Syllabus

Course 1) see physics I, techniques of presentation and moderation, deeper understanding of the underlying physics of the experiments, presentation of the experiments and their relevance.

References/Textbooks:

Course 2) see physics II, techniques of presentation and moderation.

References/Textbooks:

Course 3) see physics III, techniques of presentation and moderation.

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Demonstrationspraktikum School Experiments	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	9	WS/SS

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Demo-Praktikum I School experiments I	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik und Lehrbeauftragte aus dem Schulbereich		P	3
2)	Demo-Praktikum II School experiments II	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik, Lehrbeauftragte und Lehrbeauftragte aus dem Schulbereich		P	6

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die Grundregeln für die Durchführung von Experimenten im Schulunterricht
- können Experimente für den Schulunterricht strukturieren, aufbauen und durchführen
- kennen die Standardausrüstung von Physiksammlungen an Schulen
- können deren wesentlichen Hintergründe und Unterrichtsziele einem Kreis von Zuhörern vermitteln
- kennen den Bezug der Unterrichtsinhalte zu Alltagssituationen
- können die Unterrichtsinhalte in den Schülern angemessener Sprache darstellen
- kennen inhaltsbezogene Möglichkeiten zur Steigerung der Lernmotivation.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physik I-III, Einführung in die Theoretische Physik, Klassische Teilchen und Felder I	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Versuchsprotokoll, Präsentation mit didaktischen Analysen der aufgebauten und durchgeführten Versuche	

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1) Unterrichtsrelevante Inhalte aus Physik I-II für Schulen, vertiefte Kenntnisse zu den jeweiligen Versuche, Präsentation der Versuche und ihrer Bedeutung.

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

zu Lehrveranstaltung 2) Unterrichtsrelevante Inhalte aus Physik I-IV für Schulen.

Lehr und Lernmaterialien zu 2)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
School Experiments	Department head of Physics	German	9	WS/SS
Demonstrationspraktikum				

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	School experiments I Demo-Praktikum I	All instructors in Experimental Physics and teachers as lecturers for the department of Physics		P	3
2)	School experiments II Demo-Praktikum II	All instructors in Experimental Physics and teachers as lecturers for the department of Physics		P	6

Learning Outcomes, Acquired competence

Students

- know the basic rules for performing experiment at school
- are able to structure, set-up and perform experiments for class periods
- are familiar with standard equipment for physics courses at schools
- are able to explain the main ingredients of a problem in physics and its relevance for subjects in physics courses at school to an audience
- know the relation of physics to every day life
- can explain the topics of physics courses at school in a language appropriate for pupils
- know subject based possibilities to stimulate the motivation for learning

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		physics I-III, Introduction to theoretical physics, classical particles and fields I	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		Protocol of experiments, presentation with didactic analysis of experimental set-up and performed experiments	

Comments

Content/Syllabus

Course 1) contents of physics I-II relevant for physics courses at schools, deeper understanding of the underlying physics of the experiments, presentation of the experiments and their relevance.

References/Textbooks:

Course 2) contents of physics I-IV relevant for physics courses at schools.

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Fachdidaktik Didactic	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	2	SS

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Fachdidaktik-Seminar Seminar on didactic	Alle Hochschullehrer der Experimentellen Physik und Lehrbeauftragte aus dem Schulbereich		S	2

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die Bildungsziele des Physikunterrichts
- kennen die Grundregeln fachdidaktischer Ansätze für die Unterstützung von Lernprozessen
- kennen die Grundregeln der Strukturierung von Unterrichtseinheiten
- kennen unterschiedliche Lernumgebungen selbstgesteuerten Lernens
- können deren wesentlichen Hintergründe, Ziele und zu vermittelnde Kompetenzen des Physikunterrichts einem Kreis von Zuhörern erläutern
- können allgemeine didaktische Grundlagen auf den Physikunterricht übertragen.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physik I-III, Einführung in die Theoretische Physik, Klassische Teilchen und Felder I, Quantentheorie und Statistische Physik, Schulpraktikum I	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Präsentation von Ausarbeitungen zu fachdidaktischen Themen	

Erläuterungen

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1)

Physikdidaktik

- Lehren und Lernen von Physik
- Entwicklung, Bedeutung und Bewertung der Physik
- Erkundung und Analyse von jahrgangsbezogenen Themenfeldern im Physikunterricht
- Kommunikations- und Vermittlungstechniken (Moderation, Präsentation, Einsatz von Experimenten).

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
Didactic Didaktik der Physik	Department head of Physics	German	2	SS

	Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1)	Seminar on didactic Fachdidaktik-Seminar	All instructors in Experimental Physics and teachers as lecturers for the department of Physics		S	2

Learning Outcomes, Acquired competence

The students

- are familiar with educational aims of physics classes
- are familiar with basic rules for didactic support of learning processes
- know the basic rules to structure educational units of physics classes
- are familiar with different scenarios of self-determined learning processes
- are able to explain backgrounds, aims and achievable competences of physics courses
- are able to transfer common didactic principles to courses in physics.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		physics I-III, Introduction to theoretical physics, classical particles and fields I, quantum theory and statistical physics, school practice I	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		Presentation of essays about didactic topics	

Comments

Content/Syllabus

Course 1)

Physics didactic

- teaching and learning of physics
- development, importance and validation of physics
- exploration and analysis of themes in physics courses appropriate for different ages of pupils
- techniques of communication and teaching (moderation, presentation, use of experiments).

References/Textbooks:

Titel des Moduls	Modulkoordinator	Sprache	Leistungspunkte	Angebotsturnus
Schulpraktische Studien (SPS 2)	Der Dekan des Fachbereichs 05 Physik	Deutsch	5	SS
School Internship (SPS 2)				

	Lehrveranstaltungen	Dozent	LV Code	Lehrformen	Leistungspunkte
1)	Schulpraktikum-Seminar Preparatory seminar for school classes	Lehrbeauftragte aus dem Schulbereich		S	2
2)	Schulpraktikum zu SPS2 Teaching practice at school (SPS 2)	Lehrbeauftragte aus dem Schulbereich		P	3

Qualifikationsziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die Bildungsziele des Physikunterrichts aus eigener Praxis
- kennen die Grundregeln fachdidaktischer Ansätze für die Unterstützung von Lernprozessen und können diese in begrenztem Umfang umsetzen
- kennen die Grundregeln der Strukturierung von Unterrichtseinheiten und können diese anwenden
- kennen unterschiedliche Lernumgebungen selbstgesteuerten Lernens und können sie angemessen einsetzen
- können deren wesentlichen Hintergründe, Ziele und zu vermittelnde Kompetenzen des Physikunterrichts einem Kreis von Zuhörern erläutern
- können allgemeine didaktische Grundlagen auf den Physikunterricht übertragen
- können in begrenztem Umfang die eigene Unterrichtstätigkeit reflektieren und analysieren.

Studienleistungen: keine gesonderten

Verwendbarkeit des Moduls:		Vorausgesetzte Kenntnisse	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		Physik I-III, Einführung in die Theoretische Physik, Klassische Teilchen und Felder I, Quantentheorie und Statistische Physik, Proseminar Didaktik (Mathematik)	
Prüfungscode	Prüfercode	Form der Prüfung	Dauer der Prüfung
		Ausarbeitung von Unterrichtseinheiten, Durchführung der Unterrichtseinheiten und deren didaktische Analyse	

Erläuterungen: Näheres ist in der Ordnung für die Schulpraktischen Studien geregelt.

Modulinhalte / Prüfungsanforderungen

zu Lehrveranstaltung 1) und 2)

Physik in der Schule

- Grundlagen Lehren und Lernen von Physik
- Analyse von jahrgangsbezogenen Themenfeldern im Physikunterricht
- Kommunikations- und Vermittlungstechniken (Moderation, Präsentation, Einsatz von Experimenten)
- rechtliche Themen aus der Schul- und Erziehungspraxis
- Lehrproben.

Lehr- und Lernmaterialien zu 1)

Module Title	Module Coordinator	Language	Credits	Frequency Offered
School Internship (SPS 2)	Department head of Physics	German	5	SS
Schulpraktische Studien (SPS 2)				
Course Name	Lecturer	Course Code	Teaching Form	Credits
1) Preparatory seminar for school classes Schulpraktikum-Seminar	Teachers as lecturers for the department of Physics			2
2) Teaching practice at school (SPS 2) Schulpraktikum zu SPS 2	Teachers as lecturers for the department of Physics		PS	3

Learning Outcomes, Acquired competence

The students

- are familiar with educational aims of physics classes from their own practice
- are familiar with basic rules for didactic support of learning processes and are able to apply them
- know the basic rules to structure educational units of physics classes and prepare classes accordingly
- are familiar with different scenarios of self-determined learning processes and are able to apply them
- are able to explain backgrounds, aims and achievable competences of physics courses
- are able to transfer common didactic principles to courses in physics
- are able to reflect and analyze their own teaching activities.

Auxiliary Studies: no separate

Module Level		Prerequisites	
Bachelor of Science in Physics, Master of Education - Fach Physik (LaB - Lehramt an beruflichen Schulen), Lehramt an Gymnasien (LaG)		physics I-III, Introduction to theoretical physics, classical particles and fields I, quantum theory and statistical physics, proseminar didactics (mathematics)	
Examination Code	Examiner Code	Type of Examination	Duration of Examination
		Preparation of lectures, giving the lectures and didactic analysis	

Comments: Details are found in: 'Ordnung für die Schulpraktischen Studien'.

Content/Syllabus

Course 1) and 2)

Physics at school

- teaching and learning of physics
- analysis of themes in physics courses appropriate for different ages of pupils
- techniques of communication and teaching (moderation, presentation, use of experiments)
- legal themes concerning school and education
- teaching.

References/Textbooks: