

D-PHYS Catalogue of Curricular Course Units

This catalogue lists the course units provided by D-PHYS which are significant to the curricula of some ETH study degrees. The lecturers of the courses are responsible to design their implementations of the courses in agreement with the data provided below and to represent the courses accordingly in the ETH Course Catalogue (see document: D-PHYS Course Units).

Version: 2023-07-04

Table of Contents

Service Courses.....	3
Physik (Bauingenieurwissenschaften).....	4
Physik (Maschineningenieurwissenschaften).....	5
Praktikum Physik (Maschineningenieurwissenschaften).....	6
Physik I (Chemie, Rechnergestützte Wissenschaften).....	7
Physik II (Chemie, Rechnergestützte Wissenschaften).....	9
Physik I (Materialwissenschaft).....	11
Physik II (Materialwissenschaft).....	13
Physik I (Elektrotechnik und Informationstechnologie).....	15
Physik II (Elektrotechnik und Informationstechnologie).....	17
Physik I (Umwelt- und Erdwissenschaft).....	18
Physik II (Umwelt- und Erdwissenschaft).....	19
Praktikum Physik (Erdwissenschaften).....	20
Praktikum Physik (Lebensmittelwissenschaften).....	22
Fortgeschrittene Physik (Umwelt- und Erdwissenschaft).....	24
Physik I (Biologie).....	26
Physik II (Biologie).....	28
Physik I (Gesundheitswissenschaften).....	30
Physik II (Gesundheitswissenschaften).....	32
Mandatory BSc Courses.....	34
Physik I.....	35
Physik II.....	36
Datenanalyse in der Physik.....	37
Physik III.....	38
Physikpraktikum 1.....	40
Allgemeine Mechanik.....	42
Physikpraktikum 2.....	44
Elektrodynamik.....	46
Theorie der Wärme.....	48
Physikpraktikum 3.....	50
Quantenmechanik I.....	52
Core BSc Courses.....	54
Quantenmechanik II.....	55
Kontinuumsmechanik.....	57
Einführung in die Festkörperphysik.....	59
Astrophysik I.....	61
Einführung in die Kern- und Teilchenphysik.....	62
Quantenelektronik.....	63
Physikpraktikum 4.....	65
Research Project (Bachelor).....	67
Core MSc Courses.....	68
Quantum Field Theory I.....	69
Quantum Field Theory II.....	70
Statistical Physics.....	71
Solid State Theory.....	72
General Relativity.....	73

Theoretical Cosmology.....	74
Phenomenology of Particle Physics I.....	75
Phenomenology of Particle Physics II.....	77
Advanced Solid State Physics.....	78
Astrophysics II.....	80
Astrophysics III.....	81
Ultrafast Laser Physics.....	82
Quantum Optics.....	84
Quantum Information Processing I: Concepts.....	85
Quantum Information Processing II: Implementations.....	86
Research Project (Master).....	88
Master's Thesis.....	89
Master's Thesis (HEP).....	90
Regular MSc Courses.....	91
Symmetries in Physics.....	92
Advanced Field Theory.....	93
Astro-Particle Physics I.....	94
Astro-Particle Physics II.....	95
Experimental Methods and Instruments of Particle Physics.....	96
Optical Properties of Semiconductors.....	97
Neutrino Physics.....	98
Semiconductor Materials: Fundamentals and Fabrication.....	99
Low Energy Particle Physics.....	101
Particle Accelerator Physics and Modeling I.....	103
Phenomenology of Physics Beyond the Standard Model.....	104
Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics.....	105
Materials Analysis by Nuclear Techniques.....	107
Introduction to Magnetism.....	108
Semiconductor Nanostructures.....	110
Ethics Modules.....	112
Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students in Physics.....	113
Scientific Works in Physics.....	114

Service Courses

Physik (Bauingenieurwissenschaften)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik (englisch: Physics)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0023-01L
- **Semester:** HS (3. Semester)
- **ECTS:** 7
- **Typ / Umfang:** 5V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Bauingenieurwissenschaften Bachelor: Prüfungsblock 1
- Umweltingenieurwissenschaften Bachelor: Prüfungsblock 1

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25

Kurzbeschreibung

Abstract (englische Übersetzung)

This course gives an overview of important concepts in classical dynamics, thermodynamics, electromagnetism, quantum physics, atomic physics, and special relativity. Emphasis is placed on demonstrating key phenomena using experiments, and in developing skills for quantitative problem solving.

Lernziel

Objective (englische Übersetzung)

The goal of this course is to make students able to explain and apply the basic principles and methodology of physics to problems of interest in modern science and engineering. An important component of this is learning how to solve new, complex problems by breaking them down into parts and applying simplifications. A secondary goal is to provide to students an overview of important subjects in both classical and modern physics.

Inhalt

Content (englische Übersetzung)

- Oscillations and waves in matter
- Thermodynamics (temperature, heat, equations of state, laws of thermodynamics, entropy, transport)
- Electromagnetism (electrostatics, magnetostatics, circuits, Maxwell's Equations, electromagnetic waves, induction, electromagnetic properties of materials)
- Overview of quantum and atomic physics
- Introduction to special relativity

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- DEGIORGI Leonardo
- JOHNSON Steven

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Physik (Maschineningenieurwissenschaften)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik (englisch: Physics)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0035-00L
- **Semester:** FS (2. Semester)
- **ECTS:** 5
- **Typ / Umfang:** 3V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Maschineningenieurwissenschaften Bachelor: Basisprüfungsblock B

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 120 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25

Kurzbeschreibung

Einsemestrige Einführung in die Grundlagen und Denkweise der Physik: Elektrizität und Magnetismus, elektromagnetische Wellen, Wellen und Doppler Effekt. Vertiefung in ausgewählte Themen der modernen Physik von grosser technologischer oder industrieller Bedeutung.

Abstract (englische Übersetzung)

This is a one-semester course introducing students into the foundations of Modern Physics. Topics include electricity and magnetism, electromagnetic waves, waves and Doppler effect. Selected topics with important applications in industry will also be considered.

Lernziel

Ziel der Vorlesung ist die Förderung des wissenschaftlichen Denkens, und das Verständnis von physikalischen Konzepten und Phänomenen, welche der modernen Technik zugrunde liegen. Gleichzeitig soll ein Überblick über die Themen der klassischen und modernen Physik vermittelt werden.

Objective (englische Übersetzung)

The lecture is intended to promote critical, scientific thinking. Key concepts of Physics will be acquired, with a focus on technically relevant applications. At the end of this one semester lecture, students will have a good overview over selected topics of classical and modern Physics.

Inhalt

Elektrische und magnetische Felder, elektrischer Strom, Magnetismus, Maxwell Gleichungen, elektromagnetische Wellen, Wellen und Doppler Effekt

Content (englische Übersetzung)

electricity and magnetism, electromagnetic waves, waves and Doppler effect

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- DEGIORGI Leonardo

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Praktikum Physik (Maschineningenieurwissenschaften)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Praktikum Physik für Studierende in Maschineningenieurwissenschaften
(englisch: Laboratory Course in Physics for Students in Mechanical Engineering)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0000-11L
- **Semester:** FS
- **ECTS:** 1
- **Typ / Umfang:** 3P
- **Bemerkungen:** nur für Studierende ab 2. Semester BSc Maschineningenieurwissenschaften im Studienreglement 2022

Angeboten in

- Maschineningenieurwissenschaften Bachelor: Einzelfächer des Basisjahres

Prüfungsmodus

- unbenotete Semesterleistung

Kurzbeschreibung

Praktische Einführung in die Grundlagen des Experimentierens.

Abstract (englische Übersetzung)

Lernziel

Es werden 3 Physikexperimente absolviert. Zwei Experimente werden vor Ort in den Laboren des HPP durchgeführt, und ein Experiment wird zuhause („remote“) durchgeführt. Allen Experimenten gemeinsam ist das Erlernen grundlegender Eigenschaften beim Experimentieren, das Kennenlernen von einfachen Messmethoden, das kritische Auseinandersetzen mit Beobachtungen und Resultaten, sowie das Darstellen und Kommunizieren wissenschaftlicher Ergebnisse.

Jedes der drei Experimente hat zusätzlich noch einen anderen Fokus: statistische und systematische Fehler, Gauss'sche Fehlerrechnung, oder das Verfassen wissenschaftlicher Berichte.

Objective (englische Übersetzung)

Inhalt

Verschiedene Versuche aus den Bereichen Mechanik, Optik und Thermodynamik.

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Der Link zur Webseite, welche alle Informationen zum Physikpraktikum enthält, lautet: <https://ap.phys.ethz.ch>

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- BILAND Adrian
- EGGENBERGER Andreas
- MÜLLER Arnold

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Physik I (Chemie, Rechnergestützte Wissenschaften)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik I (englisch: Physics I)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0043-00L
- **Semester:** HS (1. Semester)
- **ECTS:** 4
- **Typ / Umfang:** 3V + 1U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Biochemie – Chemische Biologie Bachelor: Prüfungsblock I
- Chemie Bachelor: Obligatorische Fächer Basisprüfung
- Chemieingenieurwissenschaften Bachelor: Obligatorische Fächer Basisprüfung
- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Obligatorische Fächer Basisprüfung
- Raumbezogene Ingenieurwissenschaften Bachelor: Prüfungsblock 2
- Rechnergestützte Wissenschaften Bachelor: Basisprüfungsblock 2

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 25 min.
- Jahreskurs mit Physik II: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25 im Jahreskurs

Kurzbeschreibung

Einführung in die Denk- und Arbeitsweise in der Physik unter Zuhilfenahme von Demonstrationsexperimenten: Mechanik von Massenpunkten und starren Körpern, Schwingungen und Wellen.

Abstract (englische Übersetzung)

Introduction to the concepts and tools in physics with the help of demonstration experiments: mechanics of point-like and ridged bodies, periodic motion and mechanical waves.

Lernziel

Vermittlung der physikalischen Denk- und Arbeitsweise und Einführung in die Methoden in einer experimentellen Wissenschaft. Die Studenten und Studentinnen soll lernen, physikalische Fragestellungen im eigenen Wissenschaftsbereich zu identifizieren, zu kommunizieren und zu lösen.

Objective (englische Übersetzung)

The concepts and tools in physics, as well as the methods of an experimental science are taught. The student should learn to identify, communicate and solve physical problems in his/her own field of science.

Inhalt

- Mechanik (Bewegung, Newtonsche Axiome, Arbeit und Energie, Impulserhaltung, Drehbewegungen, Gravitation, deformierbare Körper)
- Schwingungen und Wellen (Schwingungen, mechanische Wellen, Akustik)

Content (englische Übersetzung)

- Mechanics (motion, Newton's laws, work and energy, conservation of momentum, rotation, gravitation, fluids)
- Periodic Motion and Waves (periodic motion, mechanical waves, acoustics).

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- MEYER Michael R.
- ESSLINGER Tilman
- HOME Jonathan

- QUANZ Sascha Patrick

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Physik II (Chemie, Rechnergestützte Wissenschaften)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik II (englisch: Physics II)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0044-00L
- **Semester:** FS (2. Semester)
- **ECTS:** 4
- **Typ / Umfang:** 3V + 1U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Biochemie – Chemische Biologie Bachelor: Prüfungsblock I
- Chemie Bachelor: Obligatorische Fächer Basisprüfung
- Chemieingenieurwissenschaften Bachelor: Obligatorische Fächer Basisprüfung
- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Obligatorische Fächer Basisprüfung
- Raumbezogene Ingenieurwissenschaften Bachelor: Prüfungsblock 2
- Rechnergestützte Wissenschaften Bachelor: Basisprüfungsblock 2

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 25 min.
- Jahreskurs mit Physik I: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25 im Jahreskurs

Kurzbeschreibung

Einführung in die Denk- und Arbeitsweise in der Physik unter Zuhilfenahme von Demonstrationsexperimenten: Elektrizität und Magnetismus, Licht, Einführung in die Moderne Physik.

Abstract (englische Übersetzung)

Introduction to the concepts and tools in physics with the help of demonstration experiments: electromagnetism, optics, introduction to modern physics.

Lernziel

Vermittlung der physikalischen Denk- und Arbeitsweise und Einführung in die Methoden in einer experimentellen Wissenschaft. Der Student/in soll lernen physikalische Fragestellungen im eigenen Wissenschaftsbereich zu identifizieren, zu kommunizieren und zu lösen.

Objective (englische Übersetzung)

The concepts and tools in physics, as well as the methods of an experimental science are taught. The student should learn to identify, communicate and solve physical problems in his/her own field of science.

Inhalt

- Elektrizität und Magnetismus (elektrischer Strom, Magnetfelder, magnetische Induktion, Magnetismus der Materie, Maxwellsche Gleichungen)
- Optik (Licht, geometrische Optik, Interferenz und Beugung)
- Kurze Einführung in die Quantenphysik

Content (englische Übersetzung)

- Electromagnetism (electric current, magnetic fields, electromagnetic induction, magnetic materials, Maxwell's equations)
- Optics (light, geometrical optics, interference and diffraction)
- Short introduction to quantum physics

Voraussetzungen**Bemerkungen****Letzte Dozenten (15HS–23FS)**

- LILLY Simon
- MEYER Michael R.
- ESSLINGER Tilman
- HOME Jonathan
- QUANZ Sascha Patrick

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Physik I (Materialwissenschaft)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik I (englisch: Physics I)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0050-00L
- **Semester:** HS (1. Semester)
- **ECTS:** 4
- **Typ / Umfang:** 2V + 2U
- **Bemerkungen:** nur für primäre Zielgruppe

Angeboten in

- Materialwissenschaft Bachelor: Basisprüfung

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 25 min.
- Jahreskurs mit Physik II: schriftlich, 120 min.

Kurzbeschreibung

Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der klassischen Mechanik.

Abstract (englische Übersetzung)

The lecture covers the basics of classical mechanics.

Lernziel

Ziel dieser Vorlesung ist es, mit den zentralen Konzepten der klassischen Mechanik vertraut zu werden, Grundbegriffe und physikalische Intuition zu prüfen und zu festigen, sowie Problemstellungen mit Anwendungen aus Alltag und Technik mit den erlernten Werkzeugen beschreiben und lösen zu können.

Objective (englische Übersetzung)

The aim of this lecture is to become familiar with the central concepts of classical mechanics, to test and consolidate basic concepts and physical intuition, and to be able to describe and solve problems with applications from everyday life and technology with the tools learned.

Inhalt

- Trägheit, Bewegungsgleichungen, Newton'sche Gesetze, Kräfte und Systemgrenzen
- Energie, Impuls, Raketenstart
- Zentralkräfte, Himmelsmechanik
- Gezeitenkräfte, ruhende und beschleunigte Bezugssysteme, Scheinkräfte
- Drehbewegungen
- Grundlegende Eigenschaften deformierbarer Körper
- Schwingungen und Resonanzphänomene, Wellen

Content (englische Übersetzung)

- Inertia, equations of motion, Newton's laws, forces and system boundaries
- Energy, impulse, rocket launch
- Central forces, celestial mechanics
- Tidal/apparent forces, resting and accelerated reference systems
- Rotational motion
- Basic properties of deformable bodies
- Vibrations and resonance phenomena, waves

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- RUPP Daniela

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Physik II (Materialwissenschaft)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik II (englisch: Physics II)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0051-00L
- **Semester:** FS (2. Semester)
- **ECTS:** 4
- **Typ / Umfang:** 2V + 2U
- **Bemerkungen:** nur für primäre Zielgruppe

Angeboten in

- Materialwissenschaft Bachelor: Basisprüfung

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 25 min.
- Jahreskurs mit Physik I: schriftlich, 120 min.

Kurzbeschreibung

Elektrostatik. Elektrischer Strom. Einfache Stromkreise. Magnetfeld. Magnetische Induktion. Maxwell'sche Gleichungen. Elektromagnetische Wellen.

Abstract (englische Übersetzung)

Electrostatics. Electric field. Electric current. Simple circuits. Magnetic field. Magnetic induction. Maxwell's equations. Electromagnetic waves.

Lernziel

Vermittlung der physikalischen Grundlagen von Elektrizität, Magnetismus, und elektromagnetischer Wellen.

Objective (englische Übersetzung)

Theoretical knowledge and problem solving skills for fundamentals of electricity, magnetism and electromagnetic waves.

Inhalt

1. Elektrostatik
 1. Elektrostatische Kräfte
 2. Elektrisches Feld
 3. Das Gauss'sche Gesetz und seine Anwendungen
2. Potential, Spannung und Kapazität
 1. Elektrisches Potential
 2. Kapazität
3. Elektrischer Strom
 1. Bewegte Ladungsträger
 2. Widerstand
 3. Arbeit und Leistung in elektrischen Stromkreisen
 4. Spannungsquellen
 5. Schaltung von Widerständen
 6. Kirchhoff'sche Regeln für Stromkreise
 7. RC Stromkreis
4. Magnetisches Feld
 1. Magnetische Kräfte
 2. Quellen des Magnetfelds
5. Magnetische Induktion
 1. Magnetischer Fluss
 2. Spannungsquelle durch Bewegung
 3. Zeit-abhängiges Magnetfeld
 4. Faraday'sche Gesetz
 5. Induktivität

6. Schaltkreise mit Induktionsspulen
6. Maxwell'sche Gleichungen und Elektromagnetische Wellen
 1. Maxwell'sche Verschiebungsstrom
 2. Maxwell'sche Gleichungen: Zusammenfassung
 3. Elektromagnetische Wellengleichung
7. Optik
 1. 7.1 Strahlen und Wellenfronten
 2. 7.2 Strahlenoptik
 3. 7.3 Jenseits der Strahlenoptik: Beugung und Diffraktion

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- ZHELUDEV Andrey
- WALLRAFF Andreas

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Physik I (Elektrotechnik und Informationstechnologie)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik I (englisch: Physics I)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0052-00L
- **Semester:** FS (2. Semester)
- **ECTS:** 4
- **Typ / Umfang:** 2V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Elektrotechnik und Informationstechnologie Bachelor: Basisprüfungsblock B
- Informatik Bachelor: Ergänzung

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 120 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25

Kurzbeschreibung

Physik I ist eine Einführung in Kontinuumsmechanik, Wellenphänomene, und fundamentale Aspekte der Thermodynamik.

Abstract (englische Übersetzung)

Physics I is an introduction to continuum mechanics, wave phenomena, and fundamental concepts of thermodynamics.

Lernziel

Am Ende dieses Kurses sollen die Studierenden fähig sein, einfache Modelle der Dynamik in verformbaren Materialien zu erstellen und anzuwenden. Darüber hinaus sollen sie sich mit Zustandsgrößen in Gleichgewichtssystemen bei gegebenen realistischen Randbedingungen auskennen und sie miteinander in Relation setzen können.

Objective (englische Übersetzung)

After completing this course, students should be able to construct and apply simple models of dynamics in non-rigid materials. Students should also be able to identify and relate basic thermodynamic quantities in equilibrium systems given realistic constraints.

Inhalt

Wellen

- Ein-dimensionale Wellengleichung
- Planarwellen, sphärische Wellen
- elastische Wellen, Schallgeschwindigkeit
- stehende Wellen, Resonanz
- Wellenausbreitung: Interferenz und Diffraction
- Dopplereffekt

Thermodynamik

- Kinetische Gastheorie, perfekte Gase
- Energieerhaltung, erster Hauptsatz
- zweiter Hauptsatz, thermische Kreisprozesse
- Entropie, thermodynamische und statistische Interpretation
- Wärmestrahlung und Wärmeübertragung

Content (englische Übersetzung)

Waves

- One dimensional wave equation
- Plane waves, spherical waves in 2 and 3 dimensions
- Elastic waves, sound velocity
- Stationary waves, resonances

- Propagation: interference and diffraction
- Doppler effect

Thermodynamics

- Kinetic theory of gases, perfect gases
- Conservation of energy, first principle
- Second principle, thermal cycles
- Entropy, thermodynamical and statistical interpretation
- Thermal radiation and heat transfer.

Voraussetzungen

Technische Mechanik, Analysis

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- JOHNSON Steven
- IMAMOGLU Atac
- WALLRAFF Andreas
- ENSSLIN Klaus

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Physik II (Elektrotechnik und Informationstechnologie)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik II (englisch: Physics II)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0053-00L
- **Semester:** HS (2. Semester)
- **ECTS:** 8
- **Typ / Umfang:** 4V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Elektrotechnik und Informationstechnologie Bachelor: Prüfungsblock 1

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.

Kurzbeschreibung

Abstract (englische Übersetzung)

The goal of the Physics II class is an introduction to quantum mechanics

Lernziel

Objective (englische Übersetzung)

To work effectively in many areas of modern engineering, such as renewable energy and nanotechnology, students must possess a basic understanding of quantum mechanics. The aim of this course is to provide this knowledge while making connections to applications of relevancy to engineers. After completing this course, students will understand the basic postulates of quantum mechanics and be able to apply mathematical methods for solving various problems including atoms, molecules, and solids. Additional examples from engineering disciplines will also be integrated.

Inhalt

Content (englische Übersetzung)

- Wave mechanics: the old quantum theory
- Postulates and formalism of Quantum Mechanics
- First application: the quantum well and the harmonic Oscillator
- QM in three dimension: the Hydrogen atom
- Identical particles: Pauli's principle
- Crystalline Systems and band structures
- Quantum statistics
- Approximation Methods
- Applications in Engineering
- Entanglement and superposition

Voraussetzungen

Physik I

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- KELLER Ursula
- FAIST Jérôme
- IMAMOGLU Atac
- SCALARI Giacomo

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Physik I (Umwelt- und Erdwissenschaft)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik I (englisch: Physics I)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0062-00L
- **Semester:** FS (2. Semester)
- **ECTS:** 5
- **Typ / Umfang:** 3V + 1U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Agrarwissenschaften Bachelor: Grundlagenfächer II: Prüfungsblock
- Erd- und Klimawissenschaften Bachelor: Prüfungsblock 1
- Lebensmittelwissenschaften Bachelor: Grundlagenfächer II: Prüfungsblock 1
- Umweltnaturwissenschaften Bachelor: Prüfungsblock 1

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 90 min.
- Jahreskurs mit Physik II: schriftlich, 180 min.

Kurzbeschreibung

Einführung in die Denk- und Arbeitsweise in der Physik anhand von Demonstrationsexperimenten: Mathematische Grundlagen, Mechanik des Massenpunktes, Mechanik starrer Körper, Deformation und Elastizität, Hydrostatik und Hydrodynamik, Schwingungen, mechanische Wellen, Elektrizität und Magnetismus. Wo immer möglich werden Anwendungen aus dem Bereich der Studiengänge gebracht.

Abstract (englische Übersetzung)

Introduction to the concepts and tools in physics with the help of demonstration experiments: mechanics of point-like and rigid bodies, elasticity theory, elements of hydrostatics and hydrodynamics, periodic motion and mechanical waves, electricity and magnetism. Whenever possible, examples relevant to the students' main field of study are given.

Lernziel

Förderung des wissenschaftlichen Denkens. Es soll die Fähigkeit entwickelt werden, beobachtete physikalische Phänomene mathematisch zu modellieren und die entsprechenden Modelle zu lösen.

Objective (englische Übersetzung)

Introduction to the scientific methodology. The student should develop his/her capability to turn physical observations into mathematical models, and to solve them.

Inhalt

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- VATERLAUS Andreas
- FELDMAN Gerald
- REFREGIER Alexandre

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Physik II (Umwelt- und Erdwissenschaft)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik II (englisch: Physics II)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0063-00L
- **Semester:** HS (3. Semester)
- **ECTS:** 5
- **Typ / Umfang:** 3V + 1U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Agrarwissenschaften Bachelor: Prüfungsblock
- Erd- und Klimawissenschaften Bachelor: Prüfungsblock 1
- Lebensmittelwissenschaften Bachelor: Prüfungsblock 1
- Umweltnaturwissenschaften Bachelor: Prüfungsblock 1

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 90 min.
- Jahreskurs mit Physik I: schriftlich, 180 min.

Kurzbeschreibung

Einführung in die Denk- und Arbeitsweise in der Physik anhand von Demonstrationsexperimenten: Elektromagnetismus, Brechung und Beugung von Wellen, Elemente der Quantenmechanik mit Anwendung auf die Spektroskopie, Thermodynamik, Phasenumwandlungen, Transportphänomene. Wo immer möglich werden Anwendungen aus dem Bereich des Studienganges gebracht.

Abstract (englische Übersetzung)

Introduction to the concepts and tools in Physics, with the help of demonstration experiments. The Chapters treated are Electromagnetism, Refraction and Diffraction of Waves, Elements of Quantum Mechanics with applications to Spectroscopy, Thermodynamics, Phase Transitions, Transport Phenomena. Whenever possible, examples relevant to the students' main field of study are given.

Lernziel

Förderung des wissenschaftlichen Denkens. Es soll die Fähigkeit entwickelt werden, beobachtete physikalische Phänomene mathematisch zu modellieren und die entsprechenden Modelle zu lösen.

Objective (englische Übersetzung)

Introduction to the scientific methodology. The student should develop his/her capability to turn physical observations into mathematical models, and to solve them.

Inhalt

Elektromagnetismus, Elektromagnetische Wellen, Wellenoptik, Strahlenoptik, Quantenoptik, Quantenmechanik, Thermische Eigenschaften, Transportphänomene, Wärmestrahlung

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- VATERLAUS Andreas
- REFREGIER Alexandre

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Praktikum Physik (Erdwissenschaften)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Praktikum Physik für Studierende in Erdwissenschaften
(englisch: Laboratory Course in Physics for Students in Earth Sciences)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0000-03L
- **Semester:** HS (ab 3. Semester)
- **ECTS:** 2
- **Typ / Umfang:** 4P
- **Bemerkungen:** nur für Studierende ab dem 3. Semester BSc Erdwissenschaften

Angeboten in

- Erd- und Klimawissenschaften Bachelor: Obligatorische Fächer

Prüfungsmodus

- unbenotete Semesterleistung

Kurzbeschreibung

Auseinandersetzung mit den grundlegenden Problemen des Experimentes. Durch selbstständige Durchführung physikalischer Versuche aus Teilbereichen der Elementarphysik wird der Einsatz von und der Umgang mit Messinstrumenten sowie die korrekte Auswertung und Beurteilung der Beobachtungen erlernt. Die Physik als persönliches Erlebnis spielt dabei eine wichtige Rolle.

Abstract (englische Übersetzung)

The central aim is to provide an individual experience of the physical phenomena and the basic principles of the experiment. By conducting simple physical experiments the student will learn how to properly use physical instruments and how to evaluate the results correctly.

Lernziel

Die Arbeit im Laboratorium bildet einen wichtigen Teil der modernen naturwissenschaftlichen Ausbildung. Übergeordnetes Thema des Praktikums ist die Auseinandersetzung mit den grundlegenden Problemen des Experimentes. Am Beispiel einfacher Aufgaben sollen vor allem folgende Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

- der praktische Aufbau des Experimentes und die Kenntnis der Messmethoden
- der Einsatz von und der Umgang mit Messinstrumenten
- die korrekte Auswertung und Beurteilung der Beobachtungen
- Vertiefung der Kenntnisse in Teilbereichen der Elementarphysik
- Physik als persönliches Erlebnis.

Über diese Zielsetzung hinaus bezwecken die speziell für die Bachelor Studiengänge Erdwissenschaften, Lebensmittelwissenschaft und Umweltnaturwissenschaften aus dem etablierten Physikpraktikum für Anfänger ausgewählten Versuche zusammen mit einigen neuen Versuchen folgende Aspekte zu beleuchten:

- Physikalische Prozesse mit besonderer Bedeutung für Vorgänge in der Umwelt
- Beziehung physikalischer Prozesse zu chemischen und biologischen Phänomenen.

Objective (englische Übersetzung)

This laboratory course aims to provide basic knowledge of

- the setup of a physics experiment,
- the use of measurement instruments,
- various measuring techniques,
- the analysis or measurement errors,
- and the interpretation of the measured quantities.

Inhalt

Sicherheit im Praktikum; Fehlerrechnung und Berichte verfassen; 6 ausgewählte Versuche zu unterschiedlichen Themen. Die Auswahl der Versuche kann zwischen den einzelnen Studiengängen variieren.

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- BILAND Adrian
- DOEBELI Max
- MÜNNICH Matthias
- MÜLLER Arnold
- EGGENBERGER Andreas

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Praktikum Physik (Lebensmittelwissenschaften)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Praktikum Physik für Studierende in Lebensmittelwissenschaften
(englisch: Laboratory Course in Physics for Students in Food Sciences)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0000-02L
- **Semester:** HS (ab 3. Semester)
- **ECTS:** 2
- **Typ / Umfang:** 4P
- **Bemerkungen:** nur für Studierende ab dem 3. Semester BSc Lebensmittelwissenschaften

Angeboten in

- Lebensmittelwissenschaften Bachelor: Andere Leistungskontrollen

Prüfungsmodus

- unbenotete Semesterleistung

Kurzbeschreibung

Auseinandersetzung mit den grundlegenden Problemen des Experimentes. Durch selbstständige Durchführung physikalischer Versuche aus Teilbereichen der Elementarphysik wird der Einsatz von und der Umgang mit Messinstrumenten sowie die korrekte Auswertung und Beurteilung der Beobachtungen erlernt. Die Physik als persönliches Erlebnis spielt dabei eine wichtige Rolle.

Abstract (englische Übersetzung)

The central aim is to provide an individual experience of the physical phenomena and the basic principles of the experiment. By conducting simple physical experiments the student will learn how to properly use physical instruments and how to evaluate the results correctly.

Lernziel

Die Arbeit im Laboratorium bildet einen wichtigen Teil der modernen naturwissenschaftlichen Ausbildung. Übergeordnetes Thema des Praktikums ist die Auseinandersetzung mit den grundlegenden Problemen des Experimentes. Am Beispiel einfacher Aufgaben sollen vor allem folgende Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

- der praktische Aufbau des Experimentes und die Kenntnis der Messmethoden
- der Einsatz von und der Umgang mit Messinstrumenten
- die korrekte Auswertung und Beurteilung der Beobachtungen
- Vertiefung der Kenntnisse in Teilbereichen der Elementarphysik
- Physik als persönliches Erlebnis.

Über diese Zielsetzung hinaus bezwecken die speziell für die Bachelor Studiengänge Erdwissenschaften, Lebensmittelwissenschaft und Umweltnaturwissenschaften aus dem etablierten Physikpraktikum für Anfänger ausgewählten Versuche zusammen mit einigen neuen Versuchen folgende Aspekte zu beleuchten:

- Physikalische Prozesse mit besonderer Bedeutung für Vorgänge in der Umwelt
- Beziehung physikalischer Prozesse zu chemischen und biologischen Phänomenen.

Objective (englische Übersetzung)

This laboratory course aims to provide basic knowledge of

- the setup of a physics experiment,
- the use of measurement instruments,
- various measuring techniques,
- the analysis or measurement errors,
- and the interpretation of the measured quantities.

Inhalt

Sicherheit im Praktikum; Fehlerrechnung und Berichte verfassen; 6 ausgewählte Versuche zu unterschiedlichen Themen. Die Auswahl der Versuche kann zwischen den einzelnen Studiengängen variieren.

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- BILAND Adrian
- DOEBELI Max
- MÜNNICH Matthias
- MÜLLER Arnold
- EGGENBERGER Andreas

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Fortgeschrittene Physik (Umwelt- und Erdwissenschaft)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Fortgeschrittene Physik für Umwelt- und ErdwissenschaftlerInnen
(englisch: Advanced Physics for Students of Environmental and Earth Sciences)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0048-00L
- **Semester:** FS (6. Semester)
- **ECTS:** 6
- **Typ / Umfang:** 4V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Erd- und Klimawissenschaften Bachelor: Wahlfächer
- Umweltnaturwissenschaften Bachelor: Für die Systemvertiefung Atmosphäre und Klima
- Umweltnaturwissenschaften Bachelor: Umweltphysik

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 30 min.

Kurzbeschreibung

Grundkonzepte der Quanten- und Kernphysik ausgerichtet auf umwelt- und erdwissenschaftliche Fragestellungen

Abstract (englische Übersetzung)

Basic concepts of quantum and nuclear physics with emphasis on environmental and earth science aspects

Lernziel

Diese Vorlesung ist eine Einführung in die sogenannte "Moderne Physik". Es werden Phänomene diskutiert, die mit den klassischen Vorstellungen der Mechanik und der klassischen Elektrodynamik nicht mehr beschrieben werden können. Es werden die Grundlagen der Quanten- und Kernphysik vermitteln und deren Bedeutung in Umwelt- und Erdwissenschaften aufzeigen. In ausgesuchten Beispielen und zahlreichen Demonstrationsexperimenten werden Phänomene diskutiert, die nur durch quantenmechanische oder kernphysikalische Modelle erklärt werden können.

Objective (englische Übersetzung)

This lecture is an introduction to the so-called "modern physics". It discusses phenomena that can no longer be described with the classical ideas of mechanics and classical electrodynamics. The fundamentals of quantum and nuclear physics will be taught and their significance in environmental and earth sciences will be demonstrated. In selected examples and numerous demonstration experiments phenomena will be discussed which can only be explained by quantum mechanical or nuclear physical models.

Inhalt

- Quantenphysik, Grundlagen der Quantenmechanik: Planck'sche Strahlung mit Bezug zum Strahlungshaushalt und Klima der Erde, Photoeffekt, Materiewellen, Unschärferelation, Schrödingergleichung, Kastenpotential, Tunneleffekt, Harmonischer Oszillator.
- Atom- und Molekülphysik: Wasserstoffatom, Energiezustände, Absorption und Emission elektromagnetischer Strahlung, molekulare Schwingungszustände, Laser.
- Kernphysik: Aufbau des Atomkerns (Kernmodelle, Kernkräfte), Radioaktivität (Zerfallsarten), Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Nachweis von radioaktiver Strahlung, Strahlenwirkung und Strahlendosis, Kernspaltung und -Fusion, natürliche und künstliche Radioaktivität in der Umwelt, Radioisotope als natürliche Tracer.

Content (englische Übersetzung)

- Quantum physics, basics of quantum mechanics: Planck's radiation related to the Earth's radiation budget and climate, photoelectric effect, matter waves, uncertainty relation, Schrödinger equation, box potential, tunnel effect, harmonic oscillator.
- Atomic and molecular physics: Hydrogen atom, energy states, absorption and emission of electromagnetic radiation, molecular oscillation states, laser.
- Nuclear physics: Structure of the atomic nucleus (nuclear models, nuclear forces), radioactivity (types of

decay), interaction of radiation with matter, detection of radioactive radiation, radiation effect and radiation dose, nuclear fission and fusion, natural and artificial radioactivity in the environment, radioisotopes as natural tracers.

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- SYNAL Hans-Arno

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Physik I (Biologie)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik I (englisch: Physics I)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0073-00L
- **Semester:** HS (1. Semester)
- **ECTS:** 3
- **Typ / Umfang:** 2V + 2U
- **Bemerkungen:** nur für primäre Zielgruppe

Angeboten in

- Biologie Bachelor: Basisprüfungsblock 2
- Pharmazeutische Wissenschaften Bachelor: Basisprüfungsblock 2

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 30 min.
- Jahreskurs mit Physik II: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25 im Jahreskurs

Kurzbeschreibung

Einführung in die Konzepte und Werkzeuge der Physik unter Zuhilfenahme von Demonstrationsexperimenten: Mechanik und Elemente der Quantenmechanik

Abstract (englische Übersetzung)

Introduction to the concepts and tools in physics with the help of demonstration experiments: mechanics and elements of quantum mechanics

Lernziel

Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe der naturwissenschaftlich-physikalischen Naturbeschreibung. Sie verstehen die grundlegenden Konzepte und Gesetze der Mechanik und können sie in praktischen Beispielaufgaben anwenden. Sie kennen das Konzept der Quantisierung und der Quantenzahlen.

Objective (englische Übersetzung)

Students know and understand the basic ideas of the scientific description of nature. They understand the fundamental concepts and laws of mechanics and they are able to apply them in practical problems. They know the concepts of quantization and quantum numbers.

Inhalt

- Beschreibung von Bewegungen
- Die Newtonschen Gesetze
- Arbeit und Energie
- Stossprobleme
- Welleneigenschaften von Teilchen
- Der atomare Aufbau der Materie

Content (englische Übersetzung)

- Description of Motion
- The laws of Newton
- Work and energy
- Collision problems
- Wave properties of particles
- The atomic structure of matter

Voraussetzungen**Bemerkungen****Letzte Dozenten (15HS–23FS)**

- IHN Thomas Markus

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Physik II (Biologie)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik II (englisch: Physics II)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0074-00L
- **Semester:** FS (2. Semester)
- **ECTS:** 3
- **Typ / Umfang:** 2V + 1U
- **Bemerkungen:** nur für primäre Zielgruppe

Angeboten in

- Biologie Bachelor: Basisprüfungsblock 2
- Pharmazeutische Wissenschaften Bachelor: Basisprüfungsblock 2

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 30 min.
- Jahreskurs mit Physik I: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25 im Jahreskurs

Kurzbeschreibung

Grundbegriffe der Thermodynamik und statistischen Mechanik, sowie Elemente des Elektromagnetismus

Abstract (englische Übersetzung)

Fundamentals of Thermodynamics and Statistical Mechanics, as well as elements of Electromagnetism

Lernziel

- Erlernen von grundlegenden physikalischen Konzepten, die für alle Naturwissenschaften relevant sind.
- Erwerben der Fähigkeit, diese Konzepte auf Probleme der Physik, Chemie und Biologie anzuwenden
- Erwerben der Fähigkeit geeignete mathematische Techniken einzusetzen
- Relevante Aspekte eines Problems erkennen und ein Gefühl für die Grössenordnung relevanter Grössen entwickeln

Objective (englische Übersetzung)

- Learn basic physics concepts relevant for all natural sciences
- Be able to apply these concepts to solve problems of physics, chemistry and biology
- Use of appropriate mathematical techniques
- Develop a feeling for determining relevant aspects of a problem and for the orders of magnitude of relevant quantities.

Inhalt

- Grundbegriffe der Thermodynamik und statistischen Mechanik: Druck, Temperatur, chemisches Potential, Mikro- und Makrozustände, Entropie, innere Energie, Wärme, erster und zweiter Hauptsatz, Boltzmann Faktor, Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung.
- Elemente des Elektromagnetismus: geometrische Optik, Linsen, Mikroskop, Licht als elektromagnetische Welle, Interferenz und Beugung, Plancksches Strahlungsgesetz, Wechselwirkung von Licht und Materie

Content (englische Übersetzung)

- Fundamentals of Thermodynamics and statistical Mechanics: Pressure, temperature, chemical potential, micro- and macrostates, entropy, internal energy, heat, first and second law of thermodynamics, Boltzmann factor, Maxwell's velocity distribution.
- Elements of electromagnetism: Geometric optics, lenses, microscope, light as an electromagnetic wave, interference and diffraction, Planck's radiation law, light-matter interaction

Voraussetzungen**Bemerkungen****Letzte Dozenten (15HS–23FS)**

- IHN Thomas Markus

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Physik I (Gesundheitswissenschaften)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik I (englisch: Physics I)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0083-00L
- **Semester:** HS (3. Semester)
- **ECTS:** 4
- **Typ / Umfang:** 3V + 1U
- **Bemerkungen:** nur für primäre Zielgruppe

Angeboten in

- Gesundheitswissenschaften und Technologie Bachelor: Prüfungsblock 3
- Gesundheitswissenschaften und Technologie Bachelor: Prüfungsblock B
- Humanmedizin Bachelor: Prüfungsblock B

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 30 min.
- Jahreskurs mit Physik II: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25 im Jahreskurs

Kurzbeschreibung

Die Vorlesung bietet eine Einführung in die klassische Physik, mit speziellen Fokus auf Anwendungen in der Medizin.

Abstract (englische Übersetzung)

This course is an introduction to classical physics, with special focus on applications in medicine.

Lernziel

Verstehen von grundlegenden Konzepten der klassischen Physik und deren Anwendung (anhand der mathematischen Vorkenntnisse) auf einfache Problemstellungen, inkl. gewisser Anwendungen in der Medizin.

Erarbeiten eines Verständnisses für relevante Grössen und Grössenordnungen.

Objective (englische Übersetzung)

Obtain an understanding of basic concepts in classical physics and their application (using mathematical pre-knowledge) to the solution of simple problems, including certain applications in medicine.

Obtain an understanding of relevant quantities and of orders of magnitude.

Inhalt

Allgemeine Einführung; Positron-Emissions-Tomographie als Appetitanreger, inkl. ionisierende Strahlung; Kinematik des Massenpunktes; Dynamik des Massenpunktes (Newton'sche Axiome und Kräfte); Arbeit, Leistung und Energie; Impuls- und Drehimpulserhaltung; Schwingungen und Wellen; Mechanik des starren Körpers; Strömungslehre; Einstieg in die Elektrizitätslehre.

Content (englische Übersetzung)

General introduction; Positron-Emission-Tomography as appetizer, including ionising radiation; kinematics of a point mass; dynamics of a point mass (Newton's axioms and forces); physical work, power and energy; conservation of linear and angular momentum; oscillations and waves; mechanics of a rigid body; fluid mechanics; introduction to electricity.

Voraussetzungen

Voraussetzung Mathematik I+II (Studiengänge Gesundheitswissenschaften und Technologie bzw. Humanmedizin) / Mathematik-Lehrveranstaltungen des Basisjahres (Studiengänge Chemie, Chemieingenieurwissenschaften bzw. Interdisziplinäre Naturwissenschaften)

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- DISSERTORI Günther

- KIRCH Klaus Stefan

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Physik II (Gesundheitswissenschaften)

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik II (englisch: Physics II)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0084-00L
- **Semester:** FS (4. Semester)
- **ECTS:** 4
- **Typ / Umfang:** 3V + 1U
- **Bemerkungen:** nur für primäre Zielgruppe

Angeboten in

- Gesundheitswissenschaften und Technologie Bachelor: Prüfungsblock 3
- Gesundheitswissenschaften und Technologie Bachelor: Prüfungsblock 3 (neu)
- Gesundheitswissenschaften und Technologie Bachelor: Prüfungsblock B
- Humanmedizin Bachelor: Prüfungsblock B

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 30 min.
- Jahreskurs mit Physik I: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25 im Jahreskurs

Kurzbeschreibung

Die Vorlesung bietet eine Einführung in die klassische Physik, mit speziellen Fokus auf Anwendungen in der Medizin.

Abstract (englische Übersetzung)

This course is an introduction to classical physics, with special focus on applications in medicine.

Lernziel

Verstehen von grundlegenden Konzepten der klassischen Physik und deren Anwendung (anhand der mathematischen Vorkenntnisse) auf einfache Problemstellungen, inkl. gewisser Anwendungen in der Medizin.

Erarbeiten eines Verständnisses für relevante Grössen und Grössenordnungen.

Objective (englische Übersetzung)

Obtain an understanding of basic concepts in classical physics and their application (using mathematical pre-knowledge) to the solution of simple problems, including certain applications in medicine.

Obtain an understanding of relevant quantities and of orders of magnitude.

Inhalt

- Elektromagnetismus;
- Thermodynamik (statistische Physik, Theorie der Wärme);
- Optik

Content (englische Übersetzung)

- Electromagnetism;
- Thermodynamics;
- Optics.

Voraussetzungen

Voraussetzung Mathematik I+II und Physik I (Studiengänge Gesundheitswissenschaften und Technologie bzw. Humanmedizin) / Mathematik-Lehrveranstaltungen des Basisjahres (Studiengänge Chemie, Chemieingenieurwissenschaften bzw. Interdisziplinäre Naturwissenschaften)

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- DISSERTORI Günther

- ANTOGNINI Aldo Sady

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Mandatory BSc Courses

Physik I

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik I (englisch: Physics I)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-1701-00L
- **Semester:** HS (1. Semester)
- **ECTS:** 7
- **Typ / Umfang:** 4V + 2U
- **Bemerkungen:** Kurs des Basisjahrs

Angeboten in

- Informatik Bachelor: Ergänzung
- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Obligatorische Fächer Basisprüfung
- Mathematik Bachelor: Basisprüfungsblock 1
- Physik Bachelor: Basisprüfungsblock 1

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25

Kurzbeschreibung

Diese Vorlesung stellt eine erste Einführung in die Physik dar und behandelt Themen der klassischen Mechanik.

Abstract (englische Übersetzung)

This course gives a first introduction to Physics with an emphasis on classical mechanics.

Lernziel

Aneignung von Kenntnissen der physikalischen Grundlagen in der klassischen Mechanik. Fertigkeiten im Lösen von physikalischen Fragen anhand von Übungsaufgaben.

Objective (englische Übersetzung)

Acquire knowledge of the basic principles regarding the physics of classical mechanics. Skills in solving physics problems.

Inhalt

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- DISSERTORI Günther
- WALLRAFF Andreas
- GRANGE Rachel
- ENSSLIN Klaus
- WEGSCHEIDER Werner

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Physik II

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik II (englisch: Physics II)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-1782-00L
- **Semester:** FS (2. Semester)
- **ECTS:** 7
- **Typ / Umfang:** 4V + 2U
- **Bemerkungen:** Kurs des Basisjahrs

Angeboten in

- Informatik Bachelor: Ergänzung
- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Obligatorische Fächer Basisprüfung
- Mathematik Bachelor: Ergänzungsfächer
- Physik Bachelor: Basisprüfungsblock 2

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25

Kurzbeschreibung

Einführung in die Wellenlehre, Elektrizität und Magnetismus. Diese Vorlesung stellt die Weiterführung von Physik I dar, in der die Grundlagen der Mechanik gegeben wurden.

Abstract (englische Übersetzung)

Introduction to theory of waves, electricity and magnetism. This is the continuation of Physics I which introduced the fundamentals of mechanics.

Lernziel

Grundkenntnisse zur Mechanik sowie Elektrizität und Magnetismus sowie die Fähigkeit, physikalische Problemstellungen zu diesen Themen eigenhändig zu lösen.

Objective (englische Übersetzung)

basic knowledge of mechanics and electricity and magnetism as well as the capability to solve physics problems related to these subjects.

Inhalt

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- KIRCH Klaus Stefan
- WALLNY Rainer
- ENSSLIN Klaus

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Datenanalyse in der Physik

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Datenanalyse in der Physik (englisch: Data Analysis in Physics)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-1900-00L
- **Semester:** FS (2. Semester)
- **ECTS:** 5
- **Typ / Umfang:** 2V + 2U
- **Bemerkungen:** Kurs des Basisjahrs

Angeboten in

- Physik Bachelor: Basisprüfungsblock 2

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 120 min.
- Die Prüfung kann am Computer stattfinden.

Kurzbeschreibung

Als Vorbereitung auf wissenschaftliches Arbeiten, insbesondere der Physikpraktika und späterer Semester- und Masterarbeiten, erhalten die Studierenden eine Einführung in viele relevante Aspekte der Datennahme (Messtechnologie), Datenverarbeitung mit Software (Fehlerrechnung, Statistik, Vergleich mit Modellen bis hin zu Machine Learning) und Datendarstellung (Graphen, Interpretation).

Abstract (englische Übersetzung)

In preparation for scientific work, especially the physics lab courses as well as semester and master's theses, students receive an introduction to many relevant aspects of data acquisition (measurement technology), software-aided data processing (error calculus, statistics, comparison with models up to machine learning) and data representation (graphs, interpretation).

Lernziel

- Verständnis genereller Messprozesse;
- Kenntnisse zur computergestützten Datenanalyse;
- Fähigkeit, aus Daten wissenschaftlich korrekte Aussagen zu gewinnen;
- Ausblick auf Machine Learning Methoden, um grosse Datensätze zu analysieren ("Big Data").

Objective (englische Übersetzung)

- Understanding of the measurement process in general;
- Know-how in digital data analysis;
- Capability to draw scientifically correct conclusions from data;
- Outlook towards machine learning methods to analyze large data sets ("Big Data").

Inhalt

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- EICHLER Alexander
- KRONER Martin
- COTRINI JIMENEZ Carlos

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Physik III

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physik III (englisch: Physics III)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-2883-00L
- **Semester:** HS (3. Semester)
- **ECTS:** 7
- **Typ / Umfang:** 4V + 2U
- **Remarks:** –

Angeboten in

- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Prüfungsblock
- Mathematik Bachelor: Ergänzungsfächer
- Mathematik Bachelor: Prüfungsblock I
- Physik Bachelor: Prüfungsblock I

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.

Kurzbeschreibung

Einführung in das Gebiet der Quanten- und Atomphysik und in die Grundlagen der Optik und statistischen Physik.

Abstract (englische Übersetzung)

Introductory course on quantum and atomic physics including optics and statistical physics.

Lernziel

Grundlegende Kenntnisse in Quanten- und Atomphysik und zudem in Optik und statistischer Physik werden erarbeitet. Die Fähigkeit zur eigenständigen Lösung einfacher Problemstellungen aus den behandelten Themengebieten wird erreicht. Besonderer Wert wird auf das Verständnis experimenteller Methoden zur Beobachtung der behandelten physikalischen Phänomene gelegt.

Objective (englische Übersetzung)

A basic introduction to quantum and atomic physics, including basics of optics and equilibrium statistical physics. The course will focus on the relation of these topics to experimental methods and observations.

Inhalt

Einführung in die Quantenphysik: Planck'sche Strahlung (Wärmestrahlung), Photonen, Photoelektrischer Effekt, Thomson and Rutherford Streuung, Compton Streuung, Bohrsche Atommodell, de-Broglie Materiewellen.

Optik/Wellenoptik: Linsen, Abbildungssysteme, Brechung und Fermatsches Prinzip, Beugung, Interferenz, Fabry-Perot, Interferometer, Spektrometer.

Quantenmechanik: Dualismus Teilchen-Welle, Wellenfunktionen, Operatoren, Schrödinger-Gleichung, Potentialstufe und Potentialkasten, harmonischer Oszillator

Quantenmechanische Atomphysik: Coulombpotential in der Schrödinger-Gleichung, Wasserstoffatom, Atomorbitale, Spin, Zeeman-Effekt, Spin-Bahn Kopplung, Mehrelektronenatome, Röntgenspektren, Auswahlregeln, Absorption und Emission von Strahlung, Molekülorbitale und Kovalente Bindung

Statistische Physik: Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Ideales Gas, Äquipartitionsgesetz, Zustandsdichte, Maxwell-Boltzmann-Verteilung, Fermi-Dirac-Statistik für Fermionen, Bose-Einstein-Statistik für Bosonen, Elektronengas, Herleitung Planck'sche Strahlungsgesetz (Photonengas)

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- WALLRAFF Andreas
- HOME Jonathan
- JOHNSON Steven
- KELLER Ursula
- CHU Yiwen

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Physikpraktikum 1

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physikpraktikum 1 (englisch: Physics Lab 1)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0000-01L
- **Semester:** HS (3. Semester)
- **ECTS:** 5
- **Typ / Umfang:** 4P
- **Bemerkungen:** nur für Physik BSc ab 3. Semester

Angeboten in

- Physik Bachelor: Praktika (Studienreglement 2010)
- Physik Bachelor: Praktika (Studienreglement 2016)

Prüfungsmodus

- unbenotete Semesterleistung

Kurzbeschreibung

Praktische Einführung in die Grundlagen der Experimentalphysik

Abstract (englische Übersetzung)

Introductory lab course in experimental physics

Lernziel

Übergeordnetes Thema des Praktikums ist die Auseinandersetzung mit den grundlegenden Herausforderungen eines physikalischen Experimentes. Am Beispiel einfacher experimenteller Aufbauten und Aufgaben stehen vor allem folgende Gesichtspunkte im Vordergrund:

- Motivation und Herangehensweise in der Experimentalphysik
- Praktischer Aufbau von Experimenten und grundlegende Kenntnisse von Messmethoden und Instrumenten
- Einführung in relevante statistische Methoden der Datenauswertung und Fehleranalyse
- Kritische Beurteilung und Interpretation der Beobachtungen und Ergebnisse
- Darstellen und Kommunizieren der Ergebnisse mit Graphiken und Text
- Ethische Aspekte der experimentellen Forschung und wissenschaftlicher Kommunikation

Objective (englische Übersetzung)

The overarching topic of the student lab is an understanding of the fundamental challenges in experimental physics. The following aspects are particularly important:

- Why does one conduct experiments, and how should an experiment be planned?
- How does one set up an experiment? What are the important characteristics of measurement instruments and methods?
- Introduction to basic statistical data analysis
- Critical interpretation of measurement results
- Scientific communication, reporting, graphic representation of results
- Ethical aspects of experimental research and reporting

Inhalt

Versuche zu Themen aus den Bereichen der Mechanik, Optik, Wärme, Elektrizität und Kernphysik

Content (englische Übersetzung)

Experiments with examples from mechanics, optics, thermodynamics, electricity and radiation.

Voraussetzungen

Bemerkungen

Es müssen 9 Versuche in Zweiergruppen durchgeführt werden.

Am ersten Termin findet nur eine dreistündige Einführungsveranstaltung im Hörsaal statt und es werden noch keine Experimente durchgeführt.

Die Einführungsveranstaltung beinhaltet eine Sicherheitseinführung und andere relevante Informationen zur Organisation des Kurses und des Testates. Die Studierenden müssen eine Sicherheitsprüfung (Moodle-Quiz) bestehen, bevor sie Experimente im Labor durchführen dürfen. Ausserdem ist der Besitz einer persönlich angepassten Sicherheitsbrille empfohlen.

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- BILAND Adrian
- DOEBELI Max
- KRONER Martin
- QUANZ Sascha Patrick
- EICHLER Alexander
- EGGENBERGER Andreas

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Allgemeine Mechanik

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Allgemeine Mechanik (englisch: Classical Mechanics)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-2203-01L
- **Semester:** HS (3. Semester)
- **ECTS:** 7
- **Typ / Umfang:** 4V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Wahlfächer
- Mathematik Bachelor: Ergänzungsfächer
- Mathematik Bachelor: Prüfungsblock I
- Mathematik Master: Theoretical Physics
- Physik Bachelor: Prüfungsblock I
- Physik Bachelor: Prüfungsblock II
- Rechnergestützte Wissenschaften Bachelor: Wahlfächer

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.

Kurzbeschreibung

Begriffliche und methodische Einführung in die theoretische Physik am Beispiel der allgemeinen Mechanik. Diskussion der Langrange'schen und Hamiltonschen Beschreibungen sowie von Symmetrien und Erhaltungsgrößen.

Abstract (englische Übersetzung)

Conceptual and methodical introduction to theoretical physics by taking the example of classical mechanics. Discussion of Lagrangian and Hamiltonian descriptions as well as symmetries and conserved quantities.

Lernziel

Grundlegendes Verständnis der nichtrelativistischen Mechanik im Rahmen der Langrange'schen und Hamilton'schen Formulierung. Fähigkeit zur Anwendung dieser Formulierungen auf zahlreiche klassische Probleme: Keplerproblem, Translation und Rotation von starren Körpern (Kreisel) und Schwingungsphänomene. Verständnis der Formulierung der relativistischen Mechanik.

Objective (englische Übersetzung)

Basic/fundamental understanding of nonrelativistic mechanics in Lagrangian and Hamiltonian formulation. Capability/competence in applying these formulations to various classical problems: Kepler problem, translation and rotation of rigid bodies (gyroscope) as well as oscillations. Understanding of the standard formulations of relativistic mechanics.

Inhalt

- Newtonsche Mechanik
- Zweikörper-Systeme, Kepler-Problem
- Schwingungsprobleme
- Starrer Körper
- Lagrange Formalismus
- Symmetrien und Erhaltungssätze
- Hamiltonscher Formalismus
- Relativistische Mechanik

Content (englische Übersetzung)

- Newtonian Mechanics
- two-body systems, Kepler problem
- oscillators
- rigid bodies

- Lagrangian formalism
- symmetries and conserved quantities
- Hamiltonian formalism
- relativistic mechanics

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- ANASTASIOU Charalampos
- GRAF Gian Michele
- BEISERT Niklas
- GABERDIEL Matthias
- RENNER Renato

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis
- Katalogdaten von Konsens ITP 30.5.2022 übernommen

Physikpraktikum 2

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physikpraktikum 2 (englisch: Physics Lab 2)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0000-04L
- **Semester:** FS (4. Semester)
- **ECTS:** 5
- **Typ / Umfang:** 4P
- **Bemerkungen:** nur für Physik BSc ab 4. Semester

Angeboten in

- Physik Bachelor: Praktika (Studienreglement 2010)
- Physik Bachelor: Praktika (Studienreglement 2016)

Prüfungsmodus

- unbenotete Semesterleistung

Kurzbeschreibung

Praktische Einführung in die Grundlagen der Experimentalphysik

Abstract (englische Übersetzung)

Introductory lab course in experimental physics

Lernziel

Übergeordnetes Thema des Praktikums und der Vorlesung ist die Auseinandersetzung mit den grundlegenden Herausforderungen eines physikalischen Experimentes. Am Beispiel einfacher experimenteller Aufbauten und Aufgaben stehen vor allem folgende Gesichtspunkte im Vordergrund:

- Motivation und Herangehensweise in der Experimentalphysik
- Praktischer Aufbau von Experimenten und grundlegende Kenntnisse von Messmethoden und Instrumenten
- Einführung in relevante statistische Methoden der Datenauswertung und Fehleranalyse
- Kritische Beurteilung und Interpretation der Beobachtungen und Ergebnisse
- Darstellen und Kommunizieren der Ergebnisse mit Graphiken und Text
- Ethische Aspekte der experimentellen Forschung und wissenschaftlicher Kommunikation

Objective (englische Übersetzung)

The student lab and the corresponding lecture address fundamental challenges of experimental physics. The following aspects are treated in particular:

- Motivation and methodology of experimental physics
- Experimental setups, knowledge of basic measurement methods and instruments
- Introduction to statistical analysis and error calculation of data
- Critical evaluation and interpretation of data
- Graphical and written presentation of results
- Ethical aspects of experimental research and scientific communication

Inhalt

Versuche zu Themen aus den Bereichen der Mechanik, Optik, Wärme, Elektrizität und Kernphysik mit begleitender Vorlesung zur Vertiefung des Verständnisses der Datenanalyse und Interpretation

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Physik I

Bemerkungen

Aus einer Liste von 33 Experimenten müssen 8 Experiment ausgewählt und in Zweiergruppen durchgeführt werden.

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- BILAND Adrian
- SCHÖNFELD Bernd
- DOEBELI Max
- KRONER Martin
- QUANZ Sascha Patrick
- EICHLER Alexander
- EGGENBERGER Andreas

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis
- ECTS aus Bachelorreform

Elektrodynamik

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Elektrodynamik (englisch: Electrodynamics)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0204-00L
- **Semester:** FS (4. Semester)
- **ECTS:** 7
- **Typ / Umfang:** 4V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Mathematik Bachelor: Kernfächer aus weiteren anwendungsorientierten Gebieten
- Physik Bachelor: Prüfungsblock II
- Physik Bachelor: Prüfungsblock IIa

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.

Kurzbeschreibung

Einführung in die Elektrodynamik. Diskussion und Formulierung der Maxwell-Gleichungen im Vakuum und in Materie, Verbindung zur speziellen Relativitätstheorie.

Abstract (englische Übersetzung)

Introduction to Electrodynamics. Discussion and formulation of Maxwell's equations in vacuum and with matter. Connection to the special theory of relativity.

Lernziel

Physikalisches Verständnis statischer und dynamischer Phänomene elektrisch geladener Objekte und der Struktur der klassischen Feldtheorie der Elektrodynamik einschliesslich Eichsymmetrien. Erkennen des Zusammenhangs von elektrischen, magnetischen und optischen Phänomenen und Einfluss von Medien. Verständnis klassischer Phänomene der Elektrodynamik und Fähigkeit zur selbständigen Lösung einfacher Probleme. Anwendung mathematischer Fertigkeiten zu Feldern und Differentialgleichungen. Verständnis der Grundlagen der relativistischen Formulierung der Elektrodynamik.

Objective (englische Übersetzung)

Conceptual understanding of static and dynamic charged objects and of the structure of the classical field theory of electrodynamics including gauge symmetries. Recognition of the relation between electrical, magnetic and optical phenomena and the influence of matter. Understanding of classical phenomena of electrodynamics and ability to independent solution of simple problems. Application of mathematical capabilities for fields and differential equations. Conceptual understanding of the basics of the relativistic formulation of electrodynamics.

Inhalt

- Elektrostatik
- Magnetostatik
- Maxwell-Gleichungen
- Elektromagnetische Wellen
- Relativistische Feldgleichungen
- Erhaltungssätze und Symmetrien
- Feld und Strahlung von Punktladungen
- Elektrodynamik in Materie
- Spezielle Feldkonfigurationen

Content (englische Übersetzung)

- electrostatics
- magnetostatics
- Maxwell's equations
- electromagnetic waves

- relativistic field equations
- conservation laws and symmetries
- field and radiation of point charges
- electrodynamics with matter
- special field configurations

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- ANASTASIOU Charalampos
- BEISERT Niklas
- GABERDIEL Matthias
- RENNER Renato
- GRAF Gian Michele
- BRÖDEL Johannes

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis
- Katalogdaten von Konsens ITP 30.5.2022 übernommen

Theorie der Wärme

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Theorie der Wärme (englisch: Theory of Heat)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-2214-10L
- **Semester:** 23FS (4. Semester)
- **ECTS:** 6
- **Typ / Umfang:** 3V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Physik Bachelor: Prüfungsblock IIb

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.

Kurzbeschreibung

Der erste (längere) Teil der Vorlesung befasst sich mit der phänomenologischen Thermodynamik. Dabei werden Grundbegriffe wie Wärme und Entropie eingeführt sowie die Hauptsätze der Thermodynamik besprochen. Der zweite (kürzere) Teil der Vorlesung ist der klassischen statistischen Mechanik gewidmet. Hier werden wiederum Grundbegriffe wie zum Beispiel statistische Gesamtheiten eingeführt.

Abstract (englische Übersetzung)

Lernziel

Physikalisches Verständnis thermodynamischer Phänomene und erster Kontakt mit statistischen Beschreibungen. Gleichgewichtsthermodynamik beschrieben durch Zustandsgrößen. Phasenumwandlung, beispielsweise flüssig-gasförmig oder ferromagnetisch-paramagnetisch. Anwendung mathematischer Fertigkeiten wie Funktionen mehrerer Variablen, Legendre-Transformation, Zustandssummen. Vorbereitung auf die (quanten-) statistische Mechanik.

Objective (englische Übersetzung)

Inhalt

Die Vorlesung gibt eine Einführung sowohl in die phänomenologische Thermodynamik als auch die klassische statistische Mechanik. In der phänomenologischen Thermodynamik werden thermodynamische Systeme aus einer makroskopischen Perspektive beschrieben, also zum Beispiel mittels Eigenschaften wie dem Druck oder dem Volumen eines Gases. Darauf basierend lassen sich Begriffe wie Temperatur, Wärme und Entropie definieren und deren Eigenschaften in Form der Hauptsätze der Thermodynamik fassen. In diesem Zusammenhang werden Konzepte wie Gleichgewichtszustände, thermodynamische Potenziale oder Carnot-Prozesse behandelt. In der statistischen Mechanik startet man mit der Betrachtung mikroskopischer Prozesse und leitet dann über statistische Argumente makroskopische Eigenschaften her. Hier werden unter anderem Konzepte wie statistische Gesamtheiten, Zustandssummen oder der Gleichverteilungssatz behandelt. Als Anwendungen dieser Theorien werden zum Beispiel Wärmekraftmaschinen oder Phasenübergänge untersucht.

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- GRAF Gian Michele
- RENNEN Renato
- BLATTER Gianni

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis
- Daten für aktuelle Vorlesung Renner 2V+2U, schriftlich 120 Min.
- Vorschlag ITP 30.5.2022 (3V+2U):

Kurzbeschreibung

Einführung in die theoretische Beschreibung der Thermodynamik und ihrer Anwendungen. Grundlagen zur kinetischen Gastheorie und der statistischen Mechanik.

Lernziel

Physikalisches Verständnis thermodynamischer Phänomene und Entwicklung der Theorie statistischer Beschreibungen, insbesondere der kinetischen Gastheorie. Anwendung zur Beschreibung der Gleichgewichtsthermodynamik, von Phasenübergängen und statistischen Ensembles. Verständnis der Rolle der thermodynamischen Hauptsätze, von thermodynamischen Potentialen und deren Verknüpfung über Legendre-Transformationen.

Inhalt

- Hauptsätze der Thermodynamik
- Thermodynamische Potentiale
- Mehrstoffsysteme
- Phasenübergänge
- Kinetische Gastheorie
- Transport
- Klassische statistische Mechanik
- Magnetische Ordnung

Physikpraktikum 3

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physikpraktikum 3 (englisch: Physics Lab 3)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0000-09L
- **Semester:** HS+FS (ab 5. Semester)
- **ECTS:** 7
- **Typ / Umfang:** P 180h total
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Physik Bachelor: Praktika

Prüfungsmodus

- unbenotete Semesterleistung

Kurzbeschreibung

Das Praktikum ist die Grundschulung für selbständiges Experimentieren. Dazu gehören Planung, Aufbau, Durchführung, Auswertung und Interpretation physikalischer Experimente inklusive Messgenauigkeiten, sowie ein schriftlicher Bericht des gesamten Experiments in wissenschaftlicher Form.

Schriftliche Anleitungen der einzelnen Versuche sind vorhanden.

Abstract (englische Übersetzung)

This laboratory course provides basic training of experimental skills. These are experimental design, implementation, measurement, data analysis and interpretation, as well as error analysis. The experimental work has to be complemented by a concise written report, which trains the scientific writing skills.

Manuals for the individual experiments are available in English.

Lernziel

Die Studierenden lernen anspruchsvollere Experimente selbständig durchzuführen und wissenschaftlich korrekt zu dokumentieren.

Die Studenten müssen am ersten Kurstag eine Sicherheitsvorlesung besuchen und den entsprechenden Online-Moodle-Test bestehen, bevor sie Zugang zu den Laborräumen erhalten und die Experimente durchführen dürfen.

Dabei werden die folgenden Punkte betont:

- Verständnis von komplexeren physikalischen Phänomenen
- Strukturierte Herangehensweise an Experimente mit anspruchsvollen Instrumenten
- Praktische Aspekte des Experimentierens und Messmethoden
- Lernen und Anwenden von relevanten statistischen Methoden der Datenauswertung
- Interpretation der Messungen und Messungenauigkeiten
- Beschreiben des Experiments und der Resultate in wissenschaftlicher Form, in Analogie zu wissenschaftlichen Publikationen
- Ethische Aspekte der experimentellen Forschung und wissenschaftlicher Kommunikation

Objective (englische Übersetzung)

Students learn to independently perform advanced experiments and document them scientifically correct.

Students are required to attend the safety lecture on the first day of the course and sign an "Attendance confirmation sheet". Students will be asked to present their sheet to access the laboratory rooms and perform the experiments.

The following aspects are emphasized:

- understanding complicated physical phenomena
- structured approach to experiments with complex instruments
- various practical aspects of experimenting and determining uncertainties
- learning the relevant statistical methods for data analysis
- interpretation of measurements and uncertainties

- describing the experiments and the results in a scientifically proper manner, in direct analogy to publishing
- ethical aspects of experimental research and scientific communication

Inhalt

Experimente aus den folgenden Bereichen stehen zur Auswahl:

Grundlegende Themen aus Mechanik, Optik, Thermodynamik, Elektromagnetismus und Elektronik; sowie zentrale Themen aus Teilchen- und Kernphysik, Quantenelektronik, Quantenmechanik, Festkörperphysik und Astrophysik.

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Aus einer Vielfalt von über 50 Versuchen müssen 4 Versuche aus verschiedenen Themenbereichen durchgeführt und mit einem wissenschaftlich verfassten Bericht abgeschlossen werden.

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- DONEGÀ Mauro
- GVASALIYA Severian

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Quantenmechanik I

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Quantenmechanik I (englisch: Quantum Mechanics I)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0205-00L
- **Semester:** HS (5. Semester)
- **ECTS:** 8
- **Typ / Umfang:** 3V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Wahlfächer
- Mathematik Bachelor: Kernfächer aus weiteren anwendungsorientierten Gebieten
- Mathematik Master: Bachelor-Kernfächer aus Bereichen der angewandten Mathematik ..
- Physik Bachelor: Prüfungsblock III
- Quantum Engineering Master: Physics Core Courses
- Rechnergestützte Wissenschaften Master: Physik

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25

Kurzbeschreibung

Einführung in die nicht-relativistische Einteilchen-Quantenmechanik. Diskussion der Quantisierung klassischer Systeme, von Wellenfunktionen und Operatoren auf einem Hilbertraum und Analyse von Symmetrien.

Abstract (englische Übersetzung)

Introduction to non-relativistic single-particle quantum mechanics. Discussion of quantisation of classical systems, from wave functions and operators to Hilbert space and symmetries.

Lernziel

Grundlegendes Verständnis der Quantenmechanik einzelner Teilchen. Beherrschung der grundlegenden Techniken der Quantisierung, des Operatorformalismus, von Symmetrien, Drehimpuls und Störungstheorie. Fähigkeit zur Anwendungen auf einfache Probleme wie gebundene Zustände, den Tunneleffekt, das Wasserstoffatom und den harmonischer Oszillator.

Objective (englische Übersetzung)

Conceptual understanding of quantum mechanics for single particles. Control over basic techniques of quantisation, the operator formalism, of symmetries, angular momentum and perturbation theory. Ability to apply those concepts to simple problems such as bound states, tunnel effect, hydrogen atoms and the harmonic oscillator.

Inhalt

- Entwicklung der Quantenmechanik
- Wellenmechanik
- Elementare Systeme
- Formalismus, Zustände, Hilbertraum
- Heisenbergsche Unschärferelation
- Harmonischer Oszillator
- Zentralpotential, Wasserstoff-Atom
- Symmetrien in der Quantenmechanik, Rotation, Drehimpuls und Spin
- Teilchen im elektromagnetischen Feld
- Störungstheorie

Content (englische Übersetzung)

- wave mechanics
- elementary systems
- formalism, states and Hilbert space

- Heisenberg's uncertainty principle
- harmonic oscillator
- central potential, hydrogen atom
- symmetries in quantum mechanics, rotation, angular momentum and spin
- particles in electromagnetic fields
- perturbation theory

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- BLATTER Gianni
- GEHRMANN Thomas Kurt
- ANASTASIOU Charalampos
- GABERDIEL Matthias
- GRAF Gian Michele

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue
- Katalogdaten von Konsens ITP 30.5.2022 übernommen
- ECTS an Bachelorreform angepasst

Core BSc Courses

Quantenmechanik II

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Quantenmechanik II (englisch: Quantum Mechanics II)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0206-00L
- **Semester:** FS (6. Semester)
- **ECTS:** 8
- **Typ / Umfang:** 3V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Doktorat Materialwissenschaft: Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)
- Mathematik Bachelor: Auswahl: Mathematische Physik, Theoretische Physik
- Mathematik Master: Auswahl: Mathematische Physik, Theoretische Physik
- Mathematik Master: Theoretical Physics
- Physik Bachelor: Theoretische Kernfächer
- Quantum Engineering Master: Wahlfächer

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 30 min.

Kurzbeschreibung

Abstract (englische Übersetzung)

Many-body quantum physics rests on symmetry considerations that lead to two kinds of particles, fermions and bosons. Formal techniques include Hartree-Fock theory and second-quantization techniques, as well as quantum statistics with ensembles. Few- and many-body systems include atoms, molecules, the Fermi sea, elastic chains, radiation and its interaction with matter, and ideal quantum gases.

Lernziel

Objective (englische Übersetzung)

Basic command of few- and many-particle physics for fermions and bosons, including second quantisation and quantum statistical techniques. Understanding of elementary many-body systems such as atoms, molecules, the Fermi sea, electromagnetic radiation and its interaction with matter, ideal quantum gases and relativistic theories.

Inhalt

Content (englische Übersetzung)

The description of indistinguishable particles leads us to (exchange-) symmetrized wave functions for fermions and bosons. We discuss simple few-body problems (Helium atoms, hydrogen molecule) and proceed with a systematic description of fermionic many body problems (Hartree-Fock approximation, screening, correlations with applications on atoms and the Fermi sea). The second quantisation formalism allows for the compact description of the Fermi gas, of elastic strings (phonons), and the radiation field (photons). We study the interaction of radiation and matter and the associated phenomena of radiative decay, light scattering, and the Lamb shift. Quantum statistical description of ideal Bose and Fermi gases at finite temperatures concludes the program. If time permits, we will touch upon of relativistic one particle physics, the Klein-Gordon equation for spin-0 bosons and the Dirac equation describing spin-1/2 fermions.

Voraussetzungen

Basic knowledge of single-particle Quantum Mechanics

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- BLATTER Gianni
- GEHRMANN Thomas Kurt
- SIGNER Adrian
- JETZER Philippe

- RENNER Renato
- ANASTASIOU Charalampos

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis
- ECTS an Bachelorreform angepasst
- draft ITP 30.5.2022:

Abstract

Introduction to the quantum theoretical descriptions of many-body systems and to quantum statistics. Discussion of many-particle wave functions, Pauli's exclusion principle as well as second quantisation

Objective

Capability of quantum mechanical description of many-body systems and well as understanding and application of quantum statistics. Comprehension of basic concepts like the symmetrised many-particle wave functions for fermions and bosons, explanations for the Pauli exclusion principle as well as Bose and Fermi statistics as well as second quantisation. Ability to describe atoms and the interaction among radiation and matter using quantum mechanics.

Content

- quantisation of the radiation field, radiation and matter
- atoms and molecules
- identical particles
- second quantisation
- field theory for bosons
- quantum statistics
- scattering theory
- path integral

Remarks

Possible further topics from Renner'22: Bell inequalities, Bose gas

Kontinuumsmechanik

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Kontinuumsmechanik (englisch: Mechanics of Continua)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0234-00L
- **Semester:** FS (6. Semester)
- **ECTS:** 8
- **Typ / Umfang:** 3V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Physik Bachelor: Theoretische Kernfächer (Studienreglement 2010)
- Physik Bachelor: Theoretische Kernfächer (Studienreglement 2016)

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 30 min.

Kurzbeschreibung

Mechanik der elastischen Medien und Hydrodynamik: Deformations- und Spannungstensor, Feldgleichungen, Gleichgewicht, Wellen und Schwingungen. Dynamik der Fluida, Euler und Navier-Stokes-Gleichung, Bernoulli-Gleichung, Wirbel, Schwerewellen, Potentialströmungen, Profile. Viskose Fluida, Reynoldszahl, Stokes'scher Widerstand, Grenzschichten, Instabilitäten, Turbulenz, Kolmogorov-Skalierung.

Abstract (englische Übersetzung)

Mechanics of Elastic Media and Hydrodynamics: Strain and stress tensor, field equations, equilibrium, waves and oscillations. Dynamics of fluids, Euler and Navier-Stokes equations, Bernoulli equation, vortices, waves, potential flows; viscous fluids, Reynolds number, Stokes drag, boundary layers, instabilities, turbulence.

Lernziel

Kenntnis der wesentlichen Konzepte und Methoden der theoretischen Mechanik elastischer Medien und der Hydrodynamik. Vertiefung durch Beispiele und Lösen von Übungsproblemen.

Objective (englische Übersetzung)

Knowledge of the essential concepts and methods of theoretical mechanics of elastic media and hydrodynamics. Consolidation through examples and solution of exercise problems.

Inhalt

Einführung in die Konzepte und Methoden der theoretischen Mechanik der elastischen Medien und der Hydrodynamik: Beziehung zwischen Deformations- und Spannungstensor, Bilanzgleichungen, Feldgleichungen elastischer Medien, Elastostatik, Wellen und Schwingungen, Gitterversetzungen und plastische Deformation. Dynamik der Fluida, Euler'sche Gleichung idealer Fluida, Navier-Stokes-Gleichung realer Fluida, Bernoulli-Gleichung, Wirbeltheoreme von Thomson und Helmholtz, Dynamik von Wirbeln, Schwingungen und Wellen in Fluida, Schwerewellen, zweidimensionale Potentialströmungen, Zirkulation, Magnuskraft, Theorem von Kutta-Zhukhovski, Umströmung von verschiedenen Profilen (Zylinder, Platte, Flügelprofil), Kutta-Bedingung. Inkompressible viskose Fluida, Reynoldszahl, Hagen-Poiseuille-Strömung, Stokes'scher Widerstand, Prandtl'sche Grenzschicht, Couette-Strömung und Taylor-Instabilität. Turbulenz, Instabilität laminarer Strömungen, Reynolds-Zahl, Entwicklung der Turbulenz, Kolmogorov-Skalierung.

Content (englische Übersetzung)

Introduction to the concepts and methods of theoretical mechanics of elastic media and hydrodynamics: relation between strain and stress tensor, balance equations, field equations of elastic media, elastostatics, waves and oscillations, lattice dislocations and plastic deformation. Dynamics of fluida, Euler equations of ideal fluida, Navier-Stokes equations of real fluids, Bernoulli equations, vortex theorems of Thomson and Helmholtz, dynamics of vortices, oscillation and waves in fluida, surface waves, two-dimensional potential flow, circulation, Magnus force, theorems of Kutta and Zhukovski, flow around profiles (cylinder, plate, aerofoil), Kutta condition. Incompressible viscous fluida, Reynolds number, Hagen-Poiseuille flow, Stokes law, Prandtl's boundary layer, Couette flow and Taylor instability. Turbulence, instability of laminary flows, Reynolds number, development of turbulence, Kolmogorov scaling.

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- SIGRIST Manfred
- GRAF Gian Michele
- GESHKENBEIN Vadim

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis
- ECTS an Bachelorreform angepasst
- draft ITP 30.5.2022:

Abstract

Introduction to the physics description of elastic media and hydrodynamics.

Objective

Knowledge of essential concepts and methods of theoretical mechanics of elastic media and hydrodynamics. Consolidation and application of concepts like deformation and stress tensor, field equations, of the Euler-, Bernoulli- and Navier-Stokes equations. Understanding of gravity waves, potential currents and profiles. For viscous fluids, description of Stokes' resistance and Reynolds number as well as boundary layers. Understanding of the descriptions of instability and turbulence.

Content

- elastic media
- elastostatics
- balance equations
- oscillations and waves in solids
- dynamics of fluids
- properties of ideal fluids
- two-dimensional potential currents
- incompressible viscous fluids

Einführung in die Festkörperphysik

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Einführung in die Festkörperphysik (englisch: Introduction to Solid State Physics)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0255-00L
- **Semester:** HS (5. Semester)
- **ECTS:** 8
- **Typ / Umfang:** 3V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Wahlfächer
- Physik Bachelor: Experimentalphysikalische Kernfächer
- Physik Lehrdiplom: Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik
- Quantum Engineering Master: Physics Core Courses

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25

Kurzbeschreibung

Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zur Physik kondensierter Materie und berührt einzelne Gebiete, welche später in Spezialvorlesungen eingehender behandelt werden. Im Stoff enthalten sind: Strukturen von Festkörpern, Interatomare Bindungen, elementare Anregungen, elektronische Eigenschaften von Isolatoren, Metalle, Halbleiter, Transportphänomene, Magnetismus, Supraleitung.

Abstract (englische Übersetzung)

The course provides an introduction to solid state physics, covering several topics that are later discussed in more detail in other more specialized lectures. The central topics are: solids and their lattice structures; interatomic bindings; lattice dynamics, electronic properties of insulators, metals, semiconductors, transport properties, magnetism, superconductivity.

Lernziel

Einführung in die Physik der kondensierten Materie.

Objective (englische Übersetzung)

Introduction to Solid State Physics.

Inhalt

Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zur Physik kondensierter Materie und berührt einzelne Gebiete, welche später in Spezialvorlesungen eingehender behandelt werden. Im Stoff enthalten sind: Mögliche Formen von Festkörpern und deren Strukturen (Strukturklassifizierung und -bestimmung); Interatomare Bindungen; elementare Anregungen, elektronische Eigenschaften von Isolatoren, Metalle (klassische Theorie, quantenmechanische Beschreibung der Elektronenzustände, thermische Eigenschaften und Transportphänomene); Halbleiter (Bandstruktur, n/p-Typ Dotierungen, p/n-Kontakte); Magnetismus, Supraleitung

Content (englische Übersetzung)

The course provides an introduction to solid state physics, covering several topics that are later discussed in more detail in other more specialized lectures. The central topics are: solids and their lattice structures; interatomic bindings; lattice dynamics, thermal properties of insulators; metals (classical and quantum mechanical description of electronic states, thermal and transport properties of metals); semiconductors (bandstructure and n/p-type doping); magnetism, superconductivity.

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- ENSSLIN Klaus
- DEGEN Christian

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis
- ECTS an Bachelorreform angepasst

Astrophysik I

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Astrophysik I (englisch: Astrophysics I)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0263-00L
- **Semester:** HS (5. Semester)
- **ECTS:** 8
- **Typ / Umfang:** 3V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Wahlfächer
- Physik Bachelor: Experimentalphysikalische Kernfächer
- Physik Lehrdiplom: Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 30 min.

Kurzbeschreibung

Abstract (englische Übersetzung)

This introductory course will develop basic concepts in astrophysics as applied to the understanding of the physics of planets, stars, galaxies, and the Universe.

Lernziel

Objective (englische Übersetzung)

The course provides an overview of fundamental concepts and physical processes in astrophysics with the dual goals of: i) illustrating physical principles through a variety of astrophysical applications; and ii) providing an overview of research topics in astrophysics.

Inhalt

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- REFREGIER Alexandre
- SCHMID Hans Martin
- LILLY Simon

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis
- ECTS an Bachelorreform angepasst

Einführung in die Kern- und Teilchenphysik

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Einführung in die Kern- und Teilchenphysik (englisch: Introduction to Nuclear and Particle Physics)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0266-00L
- **Semester:** FS (6. Semester)
- **ECTS:** 8
- **Typ / Umfang:** 3V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Physik Bachelor: Experimentalphysikalische Kernfächer
- Physik Lehrdiplom: Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: schriftlich, 180 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25

Kurzbeschreibung

Abstract (englische Übersetzung)

Introduction to the concepts of nuclear and particle physics.

Lernziel

Objective (englische Übersetzung)

- Introduction to the concepts of nuclear and particle physics.
- Discussion of new theoretical concepts and important experiments, which brought about major breakthroughs in our understanding of the underlying physics.
- Applications of nuclear and particle physics.
- Links between particle physics and cosmology.

Inhalt

Content (englische Übersetzung)

- Building blocks of matter (quarks and leptons) and their interactions (QED, QCD, weak interaction)
- The Standard Model of particle physics and open fundamental questions
- Bound systems (nuclear forces, structure of nuclei, stability)
- Applications of nuclear and particle physics (nuclear fusion and fission)
- Nuclear physics, particle physics and cosmology

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- DISSERTORI Günther
- KIRCH Klaus Stefan
- GRAB Christophorus
- SOTER Anna

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis
- ECTS an Bachelorreform angepasst

Quantenelektronik

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Quantenelektronik (englisch: Quantum Electronics)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0275-00L
- **Semester:** FS (6. Semester)
- **ECTS:** 8
- **Typ / Umfang:** 3V + 2U
- **Bemerkungen:** –

Angeboten in

- Doktorat Materialwissenschaft: Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)
- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Wahlfächer
- Physik Bachelor: Experimentalphysikalische Kernfächer
- Physik Lehrdiplom: Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik
- Quantum Engineering Master: Wahlfächer

Prüfungsmodus

- Sessionsprüfung: mündlich, 30 min.
- Leistungselement mit Notenbonus 0.25

Kurzbeschreibung

Abstract (englische Übersetzung)

Classical and semi-classical introduction to Quantum Electronics. Mandatory for further elective courses in Quantum Electronics. The field of Quantum Electronics describes propagation of light and its interaction with matter. The emphasis is set on linear pulse and beam propagation in dispersive media, optical anisotropic materials, and waveguides and lasers.

Lernziel

Objective (englische Übersetzung)

Teach the fundamental building blocks of Quantum Electronics. After taking this course students will be able to describe light propagation in dispersive and nonlinear media, as well as the operation of polarization optics and lasers.

Inhalt

Content (englische Übersetzung)

- Propagation of light in dispersive media
- Light propagation through interfaces
- Interference and coherence
- Interferometry
- Fourier Optics
- Beam propagation
- Optical resonators
- Laser fundamentals
- Polarization optics
- Waveguides
- Nonlinear optics

Voraussetzungen

Prerequisites (minimal): vector analysis, differential equations, Fourier transformation

Bemerkungen

Mandatory lecture for physics students

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- KELLER Ursula

- JOHNSON Steven
- FAIST Jérôme
- GRANGE Rachel

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis
- ECTS an Bachelorreform angepasst

Physikpraktikum 4

[→ ETH Vorlesungsverzeichnis](#)

Titel

Physikpraktikum 4 (englisch: Physics Lab 4)

Kursdaten

- **Nummer:** 402-0000-10L
- **Semester:** HS+FS (ab 5. Semester)
- **ECTS:** 8
- **Typ / Umfang:** P 210h total
- **Bemerkungen:** nur wenn Physikpraktikum 3 abgeschlossen

Angeboten in

- Physik Bachelor: Proseminare, experimentelle und theoretische Semesterarbeiten

Prüfungsmodus

- unbenotete Semesterleistung

Kurzbeschreibung

Das Praktikum ist die Grundschulung für selbständiges Experimentieren. Dazu gehören Planung, Aufbau, Durchführung, Auswertung und Interpretation physikalischer Experimente inklusive Messgenauigkeiten, sowie ein schriftlicher Bericht des gesamten Experiments in wissenschaftlicher Form. Schriftliche Anleitungen der einzelnen Versuche sind vorhanden.

Abstract (englische Übersetzung)

Lernziel

Die Studierenden lernen anspruchsvollere Experimente selbständig durchzuführen und wissenschaftlich korrekt zu dokumentieren.

Die Studenten müssen am ersten Kurstag eine Sicherheitsvorlesung besuchen und den entsprechenden Online-Moodle-Test bestehen, bevor sie Zugang zu den Laborräumen erhalten und die Experimente durchführen dürfen.

Dabei werden die folgenden Punkte betont:

- Verständnis von komplexeren physikalischen Phänomenen
- Strukturierte Herangehensweise an Experimente mit anspruchsvollen Instrumenten
- Praktische Aspekte des Experimentierens und Messmethoden
- Lernen und Anwenden von relevanten statistischen Methoden der Datenauswertung
- Interpretation der Messungen und Messungenauigkeiten
- Beschreiben des Experiments und der Resultate in wissenschaftlicher Form, in Analogie zu wissenschaftlichen Publikationen
- Ethische Aspekte der experimentellen Forschung und wissenschaftlicher Kommunikation

Objective (englische Übersetzung)

Inhalt

Experimente aus den folgenden Bereichen stehen zur Auswahl: Grundlegende Themen aus Mechanik, Optik, Thermodynamik, Elektromagnetismus und Elektronik; sowie zentrale Themen aus Teilchen- und Kernphysik, Quantenelektronik, Quantenmechanik, Festkörperphysik und Astrophysik.

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Aus einer Vielfalt von über 50 Versuchen müssen 4 Versuche aus verschiedenen Themenbereichen durchgeführt und mit einem wissenschaftlich verfassten Bericht abgeschlossen werden.

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- DONEGÀ Mauro
- GVASALIYA Severian

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23FS: Daten übernommen aus ETH Vorlesungsverzeichnis

Research Project (Bachelor)

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Research Project

Course Data

- **Number:** 402-0218-BSL
- **Semester:** HS+FS
- **ECTS:** 8
- **Type / Hours:** A 210h total
- **Remarks:** –

Angeboten in

- Physik Bachelor: Proseminare, experimentelle und theoretische Semesterarbeiten

Prüfungsmodus

- unbenotete Semesterleistung

Kurzbeschreibung

??

Abstract (englische Übersetzung)

Lernziel

??

Objective (englische Übersetzung)

Inhalt

??

Content (englische Übersetzung)

Voraussetzungen

Bemerkungen

Letzte Dozenten (15HS–23FS)

- DONEGÀ Mauro
- GVASALIYA Severian

Änderungsprotokoll, Entscheide

- 23HS: added new module

Core MSc Courses

Quantum Field Theory I

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Quantum Field Theory I

Course Data

- **Number:** 402-0843-00L
- **Semester:** HS (semester 1)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 4V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Mathematik: Graduate School
- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Theoretische Kernfächer
- Mathematik Master: Auswahl: Mathematische Physik, Theoretische Physik
- Mathematik Master: Theoretical Physics
- Physik Master: Theoretische Kernfächer

Examination Mode

- session examination: written, 180 min.

Abstract

This course discusses the quantisation of fields in order to introduce a coherent formalism for the combination of quantum mechanics and special relativity.

Topics include:

- Relativistic quantum mechanics
- Quantisation of bosonic and fermionic fields
- Interactions in perturbation theory
- Scattering processes and decays
- Elementary processes in QED
- Radiative corrections

Objective

The goal of this course is to provide a solid introduction to the formalism, the techniques, and important physical applications of quantum field theory. Furthermore it prepares students for the advanced course in quantum field theory (Quantum Field Theory II), and for work on research projects in theoretical physics, particle physics, and condensed-matter physics.

Content

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- ISIDORI Gino
- ANASTASIOU Charalampos
- GEHRMANN-DE RIDDER Aude
- BEISERT Niklas
- GRAF Gian Michele
- RENNER Renato

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Quantum Field Theory II

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Quantum Field Theory II

Course Data

- **Number:** 402-0844-00L
- **Semester:** FS (semester 2)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 3V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Theoretische Kernfächer
- Mathematik Master: Auswahl: Mathematische Physik, Theoretische Physik
- Mathematik Master: Theoretical Physics
- Physik Master: Theoretische Kernfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

The subject of the course is modern applications of quantum field theory with emphasis on the quantization of non-abelian gauge theories.

Objective

The goal of this course is to lay down the path integral formulation of quantum field theories and in particular to provide a solid basis for the study of non-abelian gauge theories and of the Standard Model

Content

- path integral quantization
- non-abelian gauge theories and their quantization
- systematics of renormalization, including BRST symmetries, Slavnov-Taylor Identities and the Callan-Symanzik equation
- the Goldstone theorem and the Higgs mechanism
- gauge theories with spontaneous symmetry breaking and their quantization
- renormalization of spontaneously broken gauge theories and quantum effective actions

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- ISIDORI Gino
- BEISERT Niklas
- ANASTASIOU Charalampos
- GRAZZINI Massimiliano
- LAZOPOULOS Achillefs

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Statistical Physics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Statistical Physics

Course Data

- **Number:** 402-0861-00L
- **Semester:** HS (semester 1)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 4V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Mathematik: Graduate School
- Mathematik Master: Auswahl: Mathematische Physik, Theoretische Physik
- Mathematik Master: Theoretical Physics
- Physik Master: Theoretische Kernfächer
- Quantum Engineering Master: Physics Core Courses

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

This lecture covers the concepts of classical and quantum statistical physics. Several techniques such as second quantization formalism for fermions, bosons, photons and phonons as well as mean field theory and self-consistent field approximation. These are used to discuss phase transitions, critical phenomena and superfluidity.

Objective

This lecture gives an introduction into the basic concepts and applications of statistical physics for the general use in physics and, in particular, as a preparation for the theoretical solid state physics education.

Content

Kinetic approach to statistical physics: H-theorem, detailed balance and equilibrium conditions.

Classical statistical physics: microcanonical ensembles, canonical ensembles and grandcanonical ensembles, applications to simple systems.

Quantum statistical physics: density matrix, ensembles, Fermi gas, Bose gas (Bose-Einstein condensation), photons and phonons.

Identical quantum particles: many body wave functions, second quantization formalism, equation of motion, correlation functions, selected applications, e.g. Bose-Einstein condensate and coherent state, phonons in elastic media and melting.

One-dimensional interacting systems.

Phase transitions: mean field approach to Ising model, Gaussian transformation, Ginzburg-Landau theory (Ginzburg criterion), self-consistent field approach, critical phenomena, Peierls' arguments on long-range order.

Superfluidity: Quantum liquid Helium: Bogolyubov theory and collective excitations, Gross-Pitaevskii equations, Berezinskii-Kosterlitz-Thouless transition.

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- SIGRIST Manfred
- BLATTER Gianni
- GRAF Gian Michele
- DEMLER Eugene

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Solid State Theory

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Solid State Theory

Course Data

- **Number:** 402-0871-00L
- **Semester:** FS (semester 2)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 4V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Mathematik Master: Theoretical Physics
- Physik Master: Theoretische Kernfächer
- Quantum Engineering Master: Physics Core Courses

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

The course provides a theoretical introduction to a variety of important concepts used in this field.

Objective

The course provides a theoretical frame for the understanding of basic principles in solid state physics. Such a frame includes the topics of symmetries, band structures, many body interactions, Landau Fermi-liquid theory, and specific topics such as transport, Quantum Hall effect and magnetism. The exercises illustrate the various themes in the lecture and help to develop problem-solving skills. The student understands basic concepts in solid state physics and is able to solve simple problems. No diagrammatic tools will be used.

Content

The course is addressed to students in experimental and theoretical condensed matter physics and provides a theoretical introduction to a variety of important concepts used in this field. The following subjects will be covered: Symmetries and their handling via group theoretical concepts, electronic structure in crystals, insulators-semiconductors-metals, phonons, interaction effects, (un-)screened Fermi-liquids, linear response theory, collective modes, screening, transport in semiconductors and metals, magnetism, Mott-insulators, quantum-Hall effect.

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- GESHKENBEIN Vadim
- NEUPERT Titus
- SIGRIST Manfred
- DEMLER Eugene

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

General Relativity

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

General Relativity

Course Data

- **Number:** 402-0830-00L
- **Semester:** HS (semester 1)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 4V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Mathematik: Graduate School
- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Mathematik Bachelor: Auswahl: Mathematische Physik, Theoretische Physik
- Mathematik Master: Auswahl: Mathematische Physik, Theoretische Physik
- Mathematik Master: Theoretical Physics
- Physik Master: Theoretische Kernfächer

Examination Mode

- session examination: written, 180 min.

Abstract

Introduction to the theory of general relativity. The course puts a strong focus on the mathematical foundations of the theory as well as the underlying physical principles and concepts. It covers selected applications, such as the Schwarzschild solution and gravitational waves.

Objective

Basic understanding of general relativity, its mathematical foundations (in particular the relevant aspects of differential geometry), and some of the phenomena it predicts (with a focus on black holes).

Content

Introduction to the theory of general relativity. The course puts a strong focus on the mathematical foundations, such as differentiable manifolds, the Riemannian and Lorentzian metric, connections, and curvature. It discusses the underlying physical principles, e.g., the equivalence principle, and concepts, such as curved spacetime and the energy-momentum tensor. The course covers some basic applications and special cases, including the Newtonian limit, post-Newtonian expansions, the Schwarzschild solution, light deflection, and gravitational waves.

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- GABERDIEL Matthias
- JETZER Philippe
- GRAF Gian Michele
- RENNER Renato
- ANASTASIOU Charalampos
- SENATORE Leonardo

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Theoretical Cosmology

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Theoretical Cosmology

Course Data

- **Number:** 402-0394-00L
- **Semester:** FS (semester 2)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 4V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Mathematik Master: Theoretical Physics
- Physik Master: Theoretische Kernfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

This is the second of a two course series which starts with "General Relativity" and continues in the spring with "Theoretical Astrophysics and Cosmology", where the focus will be on applying general relativity to cosmology as well as developing the modern theory of structure formation in a cold dark matter Universe.

Objective

Learning the fundamentals of modern physical cosmology. This entails understanding the physical principles behind the description of the homogeneous Universe on large scales in the first part of the course, and moving on to the inhomogeneous Universe model where perturbation theory is used to study the development of structure through gravitational instability in the second part of the course. Modern notions of dark matter and dark energy will also be introduced and discussed.

Content

- Homogeneous cosmology
- Thermal history of the universe, recombination, baryogenesis and nucleosynthesis
- Dark matter and Dark Energy
- Inflation
- Perturbation theory: Relativistic and Newtonian
- Model of structure formation and initial conditions from Inflation
- Cosmic microwave background anisotropies
- Spherical collapse and galaxy formation
- Large scale structure and cosmological probes

Prerequisites

General Relativity is recommended.

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- MAYER Lucio Massimiliano
- REFREGIER Alexandre
- YOO Jaiyul
- SENATORE Leonardo

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Phenomenology of Particle Physics I

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Phenomenology of Particle Physics I

Course Data

- **Number:** 402-0891-00L
- **Semester:** HS (semester 1)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 3V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Experimentelle Kernfächer
- Physik Master: Experimentelle Kernfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

Topics to be covered in Phenomenology of Particle Physics I:

- Relativistic kinematics
- Decay rates and cross sections
- The Dirac equation
- From the S-matrix to the Feynman rules of QED
- Scattering processes in QED
- Experimental tests of QED
- Hadron spectroscopy
- Unitary symmetries and QCD
- QCD and α_s running
- QCD in e^+e^- annihilation
- Experimental tests of QCD in e^+e^- annihilation

Objective

Introduction to modern particle physics

Content

- Relativistic kinematics
- Decay rates and cross sections
- The Dirac equation
- From the S-matrix to the Feynman rules of QED
- Scattering processes in QED
- Experimental tests of QED
- Hadron spectroscopy
- Unitary symmetries and QCD
- QCD and α_s running
- QCD in e^+e^- annihilation
- Experimental tests of QCD in e^+e^- annihilation

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- GEHRMANN-DE RIDDER Aude
- GRAB Christophorus
- WALLNY Rainer
- RUBBIA André
- CRIVELLI Paolo

- DE COSA Annapaola

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Phenomenology of Particle Physics II

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Phenomenology of Particle Physics II

Course Data

- **Number:** 402-0702-00L
- **Semester:** FS (semester 2)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 3V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Experimentelle Kernfächer
- Physik Master: Experimentelle Kernfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

In PPP II the standard model of particle physics will be developed from the point of view of gauge invariance. The concepts and computational techniques learned during the PPP I course in the context of QED will be applied and expanded to the strong and electroweak interactions. The spontaneous symmetry breaking and the Higgs mechanism will also be introduced.

Objective

The objective of the course is to deepen the knowledge on particle physics the students acquired during their bachelor studies. A clear connection between the theory and the experiments will be given in order to provide a comprehensive modern view of the standard model.

Content

Hadrons (the strong force, discovery), e-p scattering (elastic and deep inelastic), the parton model (the eightfold way, the quark model, the evidence of color), Quantum Chromodynamics (QCD), Running of alpha strong, asymptotic freedom, hadronization, experimental tests of QCD, heavy quarks, hadron spectroscopy, neutrinos and the three lepton families, weak interaction and parity violation, weak and neutral charge currents, GIM mechanism, lepton universality, gauge field theories and spontaneous symmetry breaking, the electroweak theory, the Brout-Englert-Higgs mechanism, computations and experimental tests of the electroweak theory, neutrino-nucleon interactions, the Standard Model, flavor oscillations and CP violation

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- GRAZZINI Massimiliano
- KILMINSTER Benjamin
- POZZORINI Stefano
- RUBBIA André
- CRIVELLI Paolo
- SGALABERNA Davide

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Advanced Solid State Physics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Advanced Solid State Physics

Course Data

- **Number:** 402-0257-00L
- **Semester:** HS (semester 1)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 3V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Physik Master: Experimentelle Kernfächer
- Quantum Engineering Master: Wahlfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

This course is an extension of the introductory course on solid state physics.

The purpose of this course is to learn to navigate the complex collective quantum phases, excitations and phase transitions that are the dominant theme in modern solid state physics. The emphasis is on the main concepts and on specific experimental examples, both classic ones and those from recent research.

Objective

The goal is to study how novel phenomena emerge in the solid state.

Content

Today's challenges and opportunities in Solid State Physics

Phase transitions and critical phenomena:

- Main concepts: coherence length, symmetry, order parameter, correlation functions, generalized susceptibility
- Landau theory of phase transitions
- Fluctuations in Landau theory
- Critical exponents: significance, measurement, inequalities, equalities
- Scaling, hyperscaling and universality
- Quantum phase transitions and quantum criticality

Fermi surface instabilities:

- The concept of the Landau Fermi liquid in metals
- Kohn anomalies
- Charge density waves
- Metallic ferromagnets and half-metals
- Spin density waves
- Superconductivity

Magnetism of insulators:

- Magnetic interactions in solids and the spin Hamiltonian
- Magnetic structures and phase transitions
- Spin waves
- Quantum magnetism

Electron correlations in solids:

- Mott insulating state
- Phases of the Hubbard model

Prerequisites

Remarks

This course is for students who like to be engaged in active learning. The "exercise classes" are organized in a non-

traditional way: following the idea of "less is more", we will work on only about half a dozen topics, and this gives students a chance to take a look at original literature (provided), and to get the grasp of a topic from a broader perspective.

Students report back that this mode of "exercise class" is more satisfying than traditional modes, even if it does not mean less effort.

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- ZHELUDEV Andrey
- POVAROV Kirill

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Astrophysics II

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Astrophysics II

Course Data

- **Number:** 402-0264-00L
- **Semester:** FS (semester 2)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 3V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Physik Master: Experimentelle Kernfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

The course examines various topics in astrophysics with an emphasis on physical processes occurring in an expanding Universe, from a time about 1 microsecond after the Big Bang, to the formation of galaxies and supermassive black holes within the next billion years.

Objective

The course examines various topics in astrophysics with an emphasis on physical processes occurring in an expanding Universe. These include the Robertson-Walker metric, the Friedmann models, the thermal history of the Universe including Big Bang Nucleosynthesis, and introduction to Inflation, and the growth of structure through gravitational instability. Finally, the physics of the formation of cosmic structures, dark matter halos and galaxies is reviewed.

Content

Prerequisites

Astrophysics I is recommended but not required.

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- CAROLLO Marcella
- AMARA Adam
- REFREGIER Alexandre

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Astrophysics III

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Astrophysics III

Course Data

- **Number:** 402-0265-00L
- **Semester:** FS (semester 2)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 3V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Physik Master: Experimentelle Kernfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

Astrophysics III is a course in Galactic Astrophysics. It introduces the concepts of stellar populations, stellar dynamics, interstellar medium (ISM), and star formation for understanding the physics and phenomenology of the different components of the Milky Way galaxy.

Objective

The course should provide basic knowledge for research projects in the field of star formation and interstellar matter. A strong emphasis is put on radiation processes and the determination of physical parameters from observations.

Content

- components of the Milky Way: stars, ISM, dark matter,
- dynamics of the Milky Way and of different subcomponents,
- the physics of the interstellar medium,
- star formation and feedback, and
- the Milky Way origin and evolution.

Prerequisites

Astrophysics I is recommended but not required.

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- SCHMID Hans Martin

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Ultrafast Laser Physics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Ultrafast Laser Physics

Course Data

- **Number:** 402-0402-00L
- **Semester:** HS (semester 1)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 3V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Materialwissenschaft: Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)
- Physik Master: Experimentelle Kernfächer
- Quantum Engineering Master: Wahlfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

Introduction to ultrafast laser physics with an outlook into cutting edge research topics such as attosecond science and coherent ultrafast sources from THz to X-rays.

Objective

Understanding of basic physics and technology for pursuing research in ultrafast laser science. How are ultrashort laser pulses generated, how do they interact with matter, how can we measure these shortest man-made events and how can we use them to time-resolve ultrafast processes in nature? Fundamental concepts and techniques will be linked to a selection of hot topics in current research and applications.

Content

- Linear pulse propagation: mathematical description of pulses and their propagation in linear optical systems, effect of dispersion on ultrashort pulses, concepts of pulse carrier and envelope, time-bandwidth product
- Dispersion compensation: technologies for controlling dispersion, pulse shaping, measurement of dispersion
- Nonlinear pulse propagation: intensity-dependent refractive index (Kerr effect), self-phase modulation, nonlinear pulse compression, self-focusing, filamentation, nonlinear Schrödinger equation, solitons, non-instantaneous nonlinear effects (Raman/Brillouin), self-steepening, saturable gain and absorption
- Second-order nonlinearities with ultrashort pulses: phase-matching with short pulses and real beams, quasi-phase matching, second-harmonic and sum-frequency generation, parametric amplification and generation
- Relaxation oscillations: dynamical behavior of rate equations after perturbation
- Q-switching: active Q-switching and its theory based on rate equations, active Q-switching technologies, passive Q-switching and theory
- Active modelocking: introduction to modelocking, frequency comb versus axial modes, theory for various regimes of laser operation, Haus master equation formalism
- Passive modelocking: slow, fast and ideally fast saturable absorbers, semiconductor saturable absorber mirror (SESAM), designs of and materials for SESAMs, modelocking with slow absorber and dynamic gain saturation, modelocking with ideally fast saturable absorber, Kerr-lens modelocking, soliton modelocking, Q-switching instabilities in modelocked lasers, inverse saturable absorption
- Pulse duration measurements: rf cables and electronics, fast photodiodes, linear system theory for microwave test systems, intensity and interferometric autocorrelations and their limitations, frequency-resolved optical gating, spectral phase interferometry for direct electric-field reconstruction and more
- Noise: microwave spectrum analyzer as laser diagnostics, amplitude noise and timing jitter of ultrafast lasers, lock-in detection
- Ultrafast measurements: pump-probe scheme, transient absorption/differential transmission spectroscopy, four-wave mixing, optical gating and more
- Frequency combs and carrier-envelope offset phase: measurement and stabilization of carrier-envelope offset phase (CEP), time and frequency domain applications of CEP-stabilized sources
- High-harmonic generation and attosecond science: non-perturbative nonlinear optics / strong-field phenomena, high-harmonic generation (HHG), phase-matching in HHG, attosecond pulse generation, attosecond

technology: detectors and diagnostics, attosecond metrology (streaking, RABBITT, transient absorption, attoclock), example experiments

- Ultrafast THz science: generation and detection, physics in THz domain, weak-field and strong-field applications
- Brief introduction to other hot topics: relativistic and ultra-high intensity ultrafast science, ultrafast electron sources, free-electron lasers, etc.

Prerequisites

Basic knowledge of quantum electronics (e.g., 402-0275-00L Quantenelektronik).

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- GALLMANN Lukas Paul
- JOHNSON Steven
- KELLER Ursula

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Quantum Optics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Quantum Optics

Course Data

- **Number:** 402-0442-00L
- **Semester:** HS (semester 1)
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 3V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Materialwissenschaft: Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)
- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Physik Master: Experimentelle Kernfächer
- Quantum Engineering Master: Physics Core Courses

Examination Mode

- session examination: ~~oral, 30 min.~~ **written (UK/DK Dez. 2023)**

Abstract

This course gives an introduction to the fundamental concepts of Quantum Optics and will highlight state-of-the-art developments in this rapidly evolving discipline. The topics covered include the quantum nature of light, semi-classical and quantum mechanical description of light-matter interaction, laser manipulation of atoms and ions, optomechanics and quantum computation.

Objective

The course aims to provide the knowledge necessary for pursuing research in the field of Quantum Optics. Fundamental concepts and techniques of Quantum Optics will be linked to modern experimental research. During the course the students should acquire the capability to understand currently published research in the field.

Content

This course gives an introduction to the fundamental concepts of Quantum Optics and will highlight state-of-the-art developments in this rapidly evolving discipline. The topics that are covered include:

- coherence properties of light
- quantum nature of light: statistics and non-classical states of light
- light matter interaction: density matrix formalism and Bloch equations
- quantum description of light matter interaction: the Jaynes-Cummings model, photon blockade
- laser manipulation of atoms and ions: laser cooling and trapping, atom interferometry,
- further topics: Rydberg atoms, optomechanics, quantum computing, complex quantum systems.

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- ESSLINGER Tilman
- FAIST Jérôme
- IMAMOGLU Atac
- HOME Jonathan

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Quantum Information Processing I: Concepts

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Quantum Information Processing I: Concepts

Course Data

- **Number:** 402-0448-01L
- **Semester:** HS (semester 1)
- **ECTS:** 5
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** Kernfach nur zusammen mit QIP II

Offered in

- Cyber Security Master: Wahlfächer
- Data Science Master: Wählbare Kernfächer
- Doktorat Informationstechnologie und Elektrotechnik: Vertiefung Fachwissen
- Doktorat Materialwissenschaft: Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)
- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Informatik Master: Ergänzung in Theoretical Computer Science
- Informatik Master: Wahlfächer
- Mikro- und Nanosysteme Master: Wählbare Kernfächer
- Physik Master: Experimentelle Kernfächer
- Quantum Engineering Master: Physics Core Courses
- Rechnergestützte Wissenschaften Master: Physik

Examination Mode

- session examination: written, 90 min.

Abstract

The course covers the key concepts of quantum information processing, including quantum algorithms which give the quantum computer the power to compute problems outside the reach of any classical supercomputer. Key concepts such as quantum error correction are discussed in detail. They provide fundamental insights into the nature of quantum states and measurements.

Objective

By the end of the course students are able to explain the basic mathematical formalism of quantum mechanics and apply them to quantum information processing problems. They are able to adapt and apply these concepts and methods to analyse and discuss quantum algorithms and other quantum information-processing protocols.

Content

The topics covered in the course will include quantum circuits, gate decomposition and universal sets of gates, efficiency of quantum circuits, quantum algorithms (Shor, Grover, Deutsch-Josza,...), quantum error correction, fault-tolerant designs, and quantum simulation.

Prerequisites

A good understanding of finite dimensional linear algebra is recommended.

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- HOME Jonathan
- WALLRAFF Andreas
- PACHECO CAÑAMERO B. DEL RIO Lidia
- KAMMERLANDER Philipp

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue
- shifted to HS from 23HS

Quantum Information Processing II: Implementations

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Quantum Information Processing II: Implementations

Course Data

- **Number:** 402-0448-02L
- **Semester:** HS (semester 1)
- **ECTS:** 5
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** Kernfach nur zusammen mit QIP I

Offered in

- Doktorat Informationstechnologie und Elektrotechnik: Vertiefung Fachwissen
- Doktorat Materialwissenschaft: Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)
- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Mikro- und Nanosysteme Master: Wählbare Kernfächer
- Physik Master: Experimentelle Kernfächer
- Quantum Engineering Master: Physics Core Courses
- Rechnergestützte Wissenschaften Master: Wahlfächer

Examination Mode

- session examination: written, 90 min.

Abstract

Introduction to experimental systems for quantum information processing (QIP). Quantum bits. Coherent Control. Measurement. Decoherence. Microscopic and macroscopic quantum systems. Nuclear magnetic resonance (NMR). Photons. Ions and neutral atoms in electromagnetic traps. Charges and spins in quantum dots and NV centers. Charges and flux quanta in superconducting circuits. Novel hybrid systems.

Objective

Throughout the past 20 years the realm of quantum physics has entered the domain of information technology in more and more prominent ways. Enormous progress in the physical sciences and in engineering and technology has allowed us to build novel types of information processors based on the concepts of quantum physics. In these processors information is stored in the quantum state of physical systems forming quantum bits (qubits). The interaction between qubits is controlled and the resulting states are read out on the level of single quanta in order to process information. Realizing such challenging tasks is believed to allow constructing an information processor much more powerful than a classical computer. This task is taken on by academic labs, startups and major industry. The aim of this class is to give a thorough introduction to physical implementations pursued in current research for realizing quantum information processors. The field of quantum information science is one of the fastest growing and most active domains of research in modern physics.

Content

Introduction to experimental systems for quantum information processing (QIP):

- Quantum bits
- Coherent Control
- Measurement
- Decoherence

QIP with:

- Ions
- Superconducting Circuits
- Photons
- NMR
- Rydberg atoms
- NV-centers
- Quantum dots

Prerequisites

Basic knowledge of concepts of quantum physics and quantum systems, e.g from courses such as Physics III, Quantum Mechanics I and II or courses on topics such as atomic physics, solid state physics, quantum electronics are considered helpful.

Remarks**Recent Lecturers (15HS–23FS)**

- WALLRAFF Andreas
- HOME Jonathan
- IMAMOGLU Atac
- EICHLER Christopher

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue
- shifted to HS from 23HS

Research Project (Master)

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Research Project

Course Data

- **Number:** 402-0218-MSL
- **Semester:** HS+FS
- **ECTS:** 8
- **Type / Hours:** A 210h total
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Proseminare und Semesterarbeiten
- Physik Master: Proseminare und Semesterarbeiten

Examination Mode

- ungraded semester performance
- ??

Abstract

??

Objective

??

Content

??

Prerequisites

Remarks

Revision History, Decisions

- 23HS: added new module

Master's Thesis

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Master's Thesis (German: Master-Arbeit)

Course Data

- **Number:** 402-0900-30L
- **Semester:** HS+FS
- **ECTS:** 30
- **Type / Hours:** D 800h total
- **Remarks:** –

Offered in

- Physik Master: Master-Arbeit

Examination Mode

- benotete Semesterleistung

Abstract

Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Studiengangs. Die Studierenden sollen mit der Master-Arbeit ihre Fähigkeit zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit unter Beweis stellen.

Objective

Content

Prerequisites

Remarks

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Master's Thesis (HEP)

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Master's Thesis

Course Data

- **Number:** 462-0900-00L
- **Semester:** HS+FS
- **ECTS:** 30
- **Type / Hours:** D 800h total
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Master-Arbeit

Examination Mode

- benotete Semesterleistung

Abstract

The Master's thesis is normally conducted in the fourth semester and concludes the degree programme. With the Master's thesis students verify their ability to undertake independent and scientifically structured work in the area of high energy physics.

Objective

Content

Prerequisites

Remarks

The time limit for completing the Master's thesis is six months.

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Regular MSc Courses

Symmetries in Physics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Symmetries in Physics

Course Data

- **Number:** 402-0883-63L
- **Semester:** HS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Physik Master: Auswahl: Theoretische Physik

Examination Mode

- session examination: oral, 20 min.

Abstract

The course gives an introduction to symmetry groups in physics. It explains the relevant mathematical background (finite groups, Lie groups and algebras as well as their representations), and illustrates their important role in modern physics.

Objective

The aim of the course is to give a self-contained introduction into finite group theory as well as Lie theory from a physicists point of view. Abstract mathematical constructions will be illustrated with examples from physics.

Content

Finite group theory, including representation theory and character methods; application to crystal field splitting. The symmetric group and the structure of its representations; application to identical particles and parastatistics. Simple Lie algebras and their finite-dimensional representations. Description of representations of $SU(N)$ in terms of Young diagrams; applications in particle physics.

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- BEISERT Niklas
- GABERDIEL Matthias
- GRAF Gian Michele

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Advanced Field Theory

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Advanced Field Theory

Course Data

- **Number:** 402-0848-00L
- **Semester:** FS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Physik Master: Auswahl: Theoretische Physik

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

- Chiral symmetries and chiral anomalies in QED and QCD
- Topological objects in field theory including: axions, magnetic monopoles and instantons
- Cosmology related topics including: Baryogenesis and inflation

Objective

The course aims to provide an introduction to selected advanced topics in Quantum field Theory.

Content

A sound understanding of it can be viewed as a necessary foundation for research in elementary particle, astro particle physics and cosmology.

Prerequisites

Quantum Field Theory I, Recommended: Quantum Field Theory II (to be attended in parallel)

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- GEHRMANN-DE RIDDER Aude
- SIGNER Adrian
- GEHRMANN Thomas Kurt
- CHITRA Ramasubramanian
- LAZOPOULOS Achillefs

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Astro-Particle Physics I

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Astro-Particle Physics I

Course Data

- **Number:** 402-0713-00L
- **Semester:** HS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Physik Bachelor: Auswahl an Lehrveranstaltungen aus höheren Semestern
- Physik Master: Auswahl: Astrophysik

Examination Mode

- session examination: oral, 20 min.

Abstract

This lecture gives an overview of the present research in the field of Astro-Particle Physics, including the different experimental techniques. In the first semester, main topics are the charged cosmic rays including the antimatter problem. The second semester focuses on the neutral components of the cosmic rays as well as on some aspects of Dark Matter.

Objective

Successful students know:

- experimental methods to measure cosmic ray particles over full energy range
- current knowledge about the composition of cosmic ray
- possible cosmic acceleration mechanisms
- correlation between astronomical object classes and cosmic accelerators
- information about our galaxy and cosmology gained from observations of cosmic ray

Content

First semester (Astro-Particle Physics I):

- definition of 'Astro-Particle Physics'
- important historical experiments
- chemical composition of the cosmic rays
- direct observations of cosmic rays
- indirect observations of cosmic rays
- 'extended air showers' and 'cosmic muons'
- 'knee' and 'ankle' in the energy spectrum
- the 'anti-matter problem' and the Big Bang
- 'cosmic accelerators'

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- BILAND Adrian

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Astro-Particle Physics II

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Astro-Particle Physics II

Course Data

- **Number:** 402-0714-00L
- **Semester:** FS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Physik Bachelor: Auswahl an Lehrveranstaltungen aus höheren Semestern
- Physik Master: Auswahl: Astrophysik

Examination Mode

- session examination: oral, 20 min.

Abstract

This lecture focuses on the neutral components of the cosmic rays as well as on several aspects of Dark Matter. Main topics will be very-high energy astronomy and neutrino astronomy.

Objective

Students know experimental methods to measure neutrinos as well as high energy and very high energy photons from extraterrestrial sources. They are aware of the historical development and the current state of the field, including major theories. Additionally, they understand experimental evidences about the existence of Dark Matter and selected Dark Matter theories.

Content

- short repetition about 'charged cosmic rays' (1st semester)
- High Energy (HE) and Very-High Energy (VHE) Astronomy:
 - ongoing and near-future detectors for (V)HE gamma-rays
 - possible production mechanisms for (V)HE gamma-rays
 - galactic sources: supernova remnants, pulsar-wind nebulae, micro-quasars, etc.
 - extragalactic sources: active galactic nuclei, gamma-ray bursts, galaxy clusters, etc.
 - the gamma-ray horizon and its cosmological relevance
- Neutrino Astronomy:
 - atmospheric, solar, extrasolar and cosmological neutrinos
 - actual results and near-future experiments
- Dark Matter:
 - evidence for existence of non-barionic matter
 - Dark Matter models (mainly Supersymmetry)
 - actual and near-future experiments for direct and indirect Dark Matter searches

Prerequisites

This course can be attended independent of Astro-Particle Physics I.

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- BILAND Adrian

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Experimental Methods and Instruments of Particle Physics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Experimental Methods and Instruments of Particle Physics

Course Data

- **Number:** 402-0725-00L
- **Semester:** HS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 3V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Physik Master: Auswahl: Teilchenphysik

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

- Physics and design of particle accelerators.
- Basics and concepts of particle detectors.
- Track- and vertex-detectors, calorimetry, particle identification.
- Special applications like Cherenkov detectors, air showers, direct detection of dark matter.
- Simulation methods, readout electronics, trigger and data acquisition.
- Examples of key experiments.

Objective

Acquire an in-depth understanding and overview of the essential elements of experimental methods in particle physics, including accelerators and experiments.

Content

- Examples of modern experiments
- Basics: Bethe-Bloch, radiation length, nucl. interaction length, fixed-target vs. collider, principles of measurements: energy- and momentum-conservation, etc
- Physics and layout of accelerators
- Charged particle tracking and vertexing
- Calorimetry
- Particle identification
- Analysis methods: invariant and missing mass, jet algorithms, b-tagging
- Special detectors: extended airshower detectors and cryogenic detectors
- MC simulations (GEANT), trigger, readout, electronics

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- LANGENEGGER Urs
- DITTMAR Michael
- STREUN Andreas
- SCHIETINGER Thomas

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Optical Properties of Semiconductors

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Optical Properties of Semiconductors

Course Data

- **Number:** 402-0464-00L
- **Semester:** HS
- **ECTS:** 8
- **Type / Hours:** 2V + 2U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Materialwissenschaft: Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)
- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Physik Master: Auswahl: Quantenelektronik
- Quantum Engineering Master: Wahlfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

This course presents a comprehensive discussion of optical processes in semiconductors.

Objective

The rich physics of the optical properties of semiconductors, as well as the advanced processing available on these material, enabled numerous applications (lasers, LEDs and solar cells) as well as the realization of new physical concepts. Systems that will be covered include quantum dots, exciton-polaritons, quantum Hall fluids and graphene-like materials.

Content

Electronic states in III-V materials and quantum structures, optical transitions, excitons and polaritons, novel two dimensional semiconductors, spin-orbit interaction and magneto-optics.

Prerequisites

Quantum Mechanics I, Introduction to Solid State Physics

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- FAIST Jérôme
- IMAMOGLU Atac
- SCALARI Giacomo
- CHERVY Thibault
- ANANTHA MURTHY Puneet
- SMOLENSKI Tomasz

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Neutrino Physics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Neutrino Physics

Course Data

- **Number:** 402-0767-00L
- **Semester:** HS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Physik Master: Auswahl: Teilchenphysik

Examination Mode

- session examination: oral, 20 min.

Abstract

Theoretical basis and selected experiments to determine the properties of neutrinos and their interactions (mass, spin, helicity, chirality, oscillations, interactions with leptons and quarks).

Objective

Introduction to the physics of neutrinos with special consideration of phenomena connected with neutrino masses.

Content

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- RUBBIA André
- REGENFUS Christian
- RADICS Balint
- SGALABERNA Davide

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Semiconductor Materials: Fundamentals and Fabrication

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Semiconductor Materials: Fundamentals and Fabrication

Course Data

- **Number:** 402-0317-00L
- **Semester:** HS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Materialwissenschaft: Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)
- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Materialwissenschaft Master: Wahlfächer
- Physik Master: Auswahl: Festkörperphysik
- Quantum Engineering Master: Wahlfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 20 min.
- Each student is required to give a short presentation on a selected topic during the exercises (compulsory continuous performance assessment). The topics focus on the research in the field covered by the lecture. Topics and preparation material will be provided during the lecture. The student's presentation will not be graded (pass/fail).

Abstract

This course gives an introduction into the fundamentals of semiconductor materials. The main focus is on state-of-the-art fabrication and characterization methods. The course will be continued in the spring term with a focus on applications.

Objective

Basic knowledge of semiconductor physics and technology. Application of this knowledge for state-of-the-art semiconductor device processing

Content

1. Fundamentals of Solid State Physics
 1. Semiconductor materials
 2. Band structures
 3. Carrier statistics in intrinsic and doped semiconductors
 4. p-n junctions
 5. Low-dimensional structures
2. Bulk Material growth of Semiconductors
 1. Czochralski method
 2. Floating zone method
 3. High pressure synthesis
3. Semiconductor Epitaxy
 1. Fundamentals of Epitaxy
 2. Molecular Beam Epitaxy (MBE)
 3. Metal-Organic Chemical Vapor Deposition (MOCVD)
 4. Liquid Phase Epitaxy (LPE)
4. In situ characterization
 1. Pressure and temperature
 2. Reflectometry
 3. Ellipsometry and RAS
 4. LEED, AES, XPS
 5. STM, AFM
5. The invention of the transistor - Christmas lecture

Prerequisites**Remarks**

The "compulsory performance element" of this lecture is a short presentation of a research paper complementing the lecture topics. Several topics and corresponding papers will be offered on the moodle page of this lecture.

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- SCHÖN Silke
- WEGSCHEIDER Werner

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Low Energy Particle Physics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Low Energy Particle Physics

Course Data

- **Number:** 402-0715-00L
- **Semester:** HS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Physik Master: Auswahl: Teilchenphysik

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

Low energy particle physics provides complementary information to high energy physics with colliders. In this lecture, we will concentrate on flagship experiments which have significantly improved our understanding of particle physics today, concentrating mainly on precision experiments with neutrons, muons and exotic atoms.

Objective

You will be able to present and discuss:

- the principle of the experiments
- the underlying technique and methods
- the context and the impact of these experiments on particle physics

Content

Low energy particle physics provides complementary information to high energy physics with colliders. At the Large Hadron Collider one directly searches for new particles at energies up to the TeV range. In a complementary way, low energy particle physics indirectly probes the existence of such particles and provides constraints for "new physics", making use of high precision and high intensities.

Besides the sensitivity to effects related with new physics (e.g. lepton flavor violation, symmetry violations, CPT tests, search for electric dipole moments, new low mass exchange bosons etc.), low energy physics provides the best test of QED (electron g-2), the best tests of bound-state QED (atomic physics and exotic atoms), precise determinations of fundamental constants, information about the CKM matrix, precise information on the weak and strong force even in the non-perturbative regime etc.

Starting from a general introduction on high intensity/high precision particle physics and the main characteristics of muons and neutrons and their production, we will then focus on the discussion of fundamental problems and ground-breaking experiments:

- search for rare decays and charged lepton flavor violation
- electric dipole moments and CP violation
- spectroscopy of exotic atoms and symmetries of the standard model
- what atomic physics can do for particle physics and vice versa
- neutron decay and primordial nucleosynthesis
- atomic clock
- Penning traps
- Ramsey spectroscopy
- Spin manipulation
- neutron-matter interaction
- ultra-cold neutron production
- various techniques: detectors, cryogenics, particle beams, laser cooling ...

Prerequisites

Introduction to Nuclear- and Particle-Physics

Remarks**Recent Lecturers (15HS–23FS)**

- ANTOGNINI Aldo Sady
- PIEGSA Florian
- SCHMIDT-WELLENBURG Philipp Anton
- SOTER Anna

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Particle Accelerator Physics and Modeling I

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Particle Accelerator Physics and Modeling I

Course Data

- **Number:** 402-0777-00L
- **Semester:** HS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Physik Master: Auswahl: Teilchenphysik
- Rechnergestützte Wissenschaften Master: Physik

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

This is the first of two courses, introducing particle accelerators from a theoretical point of view and covers state-of-the-art modelling techniques.

Objective

You understand the building blocks of particle accelerators. Modern analysis tools allows you to model state-of-the-art particle accelerators. In some of the exercises you will be confronted with next generation machines. We will develop a Python (or Julia) simulation tool (pyAcceLEGOrator or jAcceLEGOrator) that reflects the theory from the lecture.

Content

- Recap of Relativistic Classical Mechanics and Electrodynamics
- Building Blocks of Particle Accelerators
- Lie Algebraic Structure of Classical Mechanics and Application to Particle Accelerators
- Symplectic Maps & Analysis of Maps
- Symplectic Particle Tracking
- Collective Effects
- Linear & Circular Accelerators

Prerequisites

Physics, Computational Science (RW) at BSc. Level

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- ADELMANN Andreas

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Phenomenology of Physics Beyond the Standard Model

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Phenomenology of Physics Beyond the Standard Model

Course Data

- **Number:** 402-0703-00L
- **Semester:** FS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Physik Master: Auswahl: Teilchenphysik

Examination Mode

- session examination: oral, 20 min.

Abstract

After a short introduction to the theoretical foundations and experimental tests of the standard model, supersymmetry, leptiquarks, and extra dimensions will be treated among other topics. Thereby the phenomenological aspect, i.e., the search for new particles and interactions at existing and future particle accelerators will play a significant role.

Objective

The goal of the lecture is the introduction into several theoretical concepts that provide solutions for the open questions of the Standard Model of particle physics and thus lead to physics beyond the Standard Model.

Besides the theoretical concepts the phenomenological aspect plays a role, i.e. the search for new particles and interactions at the existing and future particle accelerators plays a crucial role.

Content

see home page: <http://ihp-lx2.ethz.ch/JenseitsSM/>

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- SPIRA Michael
- MANGANO Boris
- SHCHUTSKA Lesya
- RATTI Maria Giulia
- DE COSA Annapaola

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics

Course Data

- **Number:** 402-0738-00L
- **Semester:** FS
- **ECTS:** 10
- **Type / Hours:** 5G
- **Remarks:** –

Offered in

- Fachdidaktik Naturwissenschaften Master: Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus
- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Wahlfächer in Physik
- Physik DZ: Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus
- Physik Lehrdiplom: Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik
- Physik Lehrdiplom: Wahlpflicht
- Physik Master: Auswahl: Teilchenphysik
- Rechnergestützte Wissenschaften Bachelor: Wahlfächer
- Rechnergestützte Wissenschaften Master: Wahlfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.
- Based on the regulation of continuous performance assessments, students have to work on a project and present the results at the end of the semester. This additional task is graded on a pass/fail basis and students who fail this task have to repeat the complete course.

Abstract

This lecture gives an introduction to the statistical methods and the various analysis techniques applied in experimental particle physics. The exercises treat problems of general statistical topics; they also include hands-on analysis projects, where students perform independent analyses on their computer, based on real data from actual particle physics experiments.

Objective

Students will learn the most important statistical methods used in experimental particle physics. They will acquire the necessary skills to analyse large data records in a statistically correct manner. Learning how to present scientific results in a professional manner and how to discuss them.

Content

Topics include:

- modern methods of statistical data analysis
- probability distributions, error analysis, simulation methods, hypothesis testing, confidence intervals, setting limits and introduction to multivariate methods.
- most examples are taken from particle physics.

Methodology:

- lectures about the statistical topics;
- common discussions of examples;
- exercises: specific exercises to practise the topics of the lectures;
- all students perform statistical calculations on (their) computers;
- students complete a full data analysis in teams (of two) over the second half of the course, using real data taken from particle physics experiments;
- at the end of the course, the students present their analysis results in a scientific presentation;
- all students are directly tutored by assistants in the classroom.

Prerequisites

Basic knowledge of nuclear and particle physics

Remarks**Recent Lecturers (15HS–23FS)**

- DONEGÀ Mauro
- GRAB Christophorus

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Materials Analysis by Nuclear Techniques

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Materials Analysis by Nuclear Techniques

Course Data

- **Number:** 402-0604-00L
- **Semester:** FS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Nuclear Engineering Master: 2. Semester
- Physik Master: Auswahl: Teilchenphysik

Examination Mode

- end of semester examination: oral, 20 min.
- performance element with grade bonus 0.25

Abstract

Materials analysis by MeV ion beams. Nuclear techniques are presented which allow to quantitatively investigate the composition, structure and trace element content of solids.

Objective

Students learn the basic concepts of ion beam analysis and its different analytical techniques. They understand how experimental data is taken and interpreted. They are able to chose the appropriate method of analysis to solve a given problem.

Content

The course treats applications of nuclear methods in other fields of research. Materials analysis by ion beam analysis is emphasized. Techniques are presented which allow the quantitative investigation of composition, structure, and trace element content of solids:

- elastic nuclear scattering (Rutherford Backscattering, Recoil detection)
- nuclear (resonant) reaction analysis
- activation analysis
- ion beam channeling (investigation of crystal defects)
- neutron sources
- MeV ion microprobes, imaging surface analysis

Prerequisites

Remarks

A practical lab demonstration is organized as part of lectures and exercises.

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- DOEBELI Max
- VOCKENHUBER Christof

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Introduction to Magnetism

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Introduction to Magnetism

Course Data

- **Number:** 402-0535-00L
- **Semester:** HS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 3G
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Materialwissenschaft: Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)
- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Materialwissenschaft Master: Wahlfächer
- Physik Master: Auswahl: Festkörperphysik
- Quantum Engineering Master: Wahlfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 30 min.

Abstract

Atomic paramagnetism and diamagnetism, itinerant and local-moment interatomic coupling, magnetic order at finite temperature, spin precession, approach to equilibrium through thermal and quantum dynamics, dipolar interaction in solids.

Objective

- Apply concepts of quantum-mechanics to estimate the strength of atomic magnetic moments and their interactions
- Identify the mechanisms from which exchange interaction originates in solids (itinerant and local-moment magnetism)
- Evaluate the consequences of the interplay between competing interactions and thermal energy
- Apply general concepts of statistical physics to determine the origin of bistability in realistic magnets
- Discriminate the dynamic responses of a magnet to different external stimuli

Content

The lecture “Introduction to Magnetism” is a regular course of the Physics MSc program and aims at letting students familiarize themselves with the basic principles of quantum and statistical physics that determine the behavior of real magnets. Understanding why only few materials are magnetic at finite temperature will be the leitmotiv of the course. We will see that defining in a formal way what “being magnetic” means is essential to address this question properly. Theoretical concepts will be applied to few selected nano-sized magnets, which will serve as clean reference systems.

At the end of this course students should have acquired the basic knowledge needed to develop a research project in the field of magnetism or to attend effectively more advanced courses on this topic.

Preliminary contents for the HS21:

- Magnetism in atoms (quantum-mechanical origin of atomic magnetic moments, intra-atomic exchange interaction)
- Magnetism in solids (mechanisms producing inter-atomic exchange interaction in solids, crystal field).
- Spin resonance and relaxation (Larmor precession, resonance phenomena, quantum tunneling, Bloch equation, superparamagnetism)
- Magnetic order at finite temperatures (Ising and Heisenberg models, low-dimensional magnetism)
- Dipolar interaction in solids (shape anisotropy, dipolar frustration, origin of magnetic domains)

Prerequisites

Students are assumed to possess a basic background knowledge in quantum mechanics, solid-state and statistical physics as well as classical electromagnetism.

Remarks

Students will have the opportunity to self-assess their understanding through quizzes and interactive tutorials, mostly inspired by topics of current research in nanoscale magnetism.

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- PESCIA Danilo
- VINDIGNI Alessandro

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Semiconductor Nanostructures

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Semiconductor Nanostructures

Course Data

- **Number:** 402-0595-00L
- **Semester:** HS
- **ECTS:** 6
- **Type / Hours:** 2V + 1U
- **Remarks:** –

Offered in

- Doktorat Materialwissenschaft: Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)
- Doktorat Physik: Vertiefung Fachwissen
- Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor: Wahlfächer
- Materialwissenschaft Master: Wahlfächer
- Mikro- und Nanosysteme Master: Energy Conversion and Quantum Phenomena
- Physik Master: Auswahl: Festkörperphysik
- Quantum Engineering Master: Wahlfächer

Examination Mode

- session examination: oral, 20 min.
- Obligatorisches Leistungselement: ein Vortrag über eine Publikation aus der Forschung, Termin nach Absprache während der Übung, Bewertung gemäss pass/fail.

Abstract

Der Kurs umfasst die Grundlagen der Halbleiternanostrukturen, z.B. Materialherstellung, Bandstrukturen, 'bandgap engineering' und Dotierung, Feldeffekttransistoren. Aufbauend auf zweidimensionalen Elektronengasen wird dann der Quantenhalleffekt besprochen, sowie die Physik der gängigen Halbleiternanostrukturen, d.h. Quantenpunktkontakte, Aharonov-Bohm Ringe und Quantendots, behandelt.

Objective

Ziel der Vorlesung ist das Verständnis von vier Schlüsselphänomenen des Elektronentransports in Halbleiternanostrukturen. Dazu zählen:

- der ganzzahlige Quantenhalleffekt
- die Quantisierung des Leitwerts in Quantenpunktkontakten
- der Aharonov-Bohm Effekt
- der Coulomb-Blockade Effekt in Quantendots

Content

- Einführung und Überblick
- Halbleiterkristalle: Herstellung, Molekularstrahlepitaxie
- Bandstrukturen von Halbleitern
- k.p-Theorie, Elektronendynamik in der Näherung der effektiven Masse, Envelope Funktionen
- Heterostrukturen und 'band engineering', Dotierung
- Oberflächen und Metall-Halbleiter Kontakte, Fabrikation von Nanostrukturen
- Heterostrukturen und zweidimensionale Elektronengase
- Drude Transport und Streumechanismen
- Graphen Einzel- und Doppelschichten
- Elektronentransport in Quantenpunktkontakten; Leitwertquantisierung, Landauer-Büttiker Beschreibung, ballistische Transportexperimente
- Interferenzeffekte in Aharonov-Bohm Ringen
- Elektron im Magnetfeld, Shubnikov-de Haas Effekt
- Ganzzahliger Quantenhalleffekt
- Quantendots, Coulombblockade

Prerequisites

Grundlagen in der Festkörperphysik sind erforderlich, ambitionierte Studierende im fünften Semester können der Vorlesung aber auch folgen.

Remarks**Recent Lecturers (15HS–23FS)**

- IHN Thomas Markus

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Ethics Modules

Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students in Physics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students in Physics

Course Data

- **Number:** 402-0180-00L
- **Semester:** HS+FS
- **ECTS:** 1
- **Type / Hours:** G 28h total
- **Remarks:** For doctoral students of D-PHYS only. At most 30 participants.

Offered in

- Doktorat Physik: Überfachliche Kompetenzen

Examination Mode

- ungraded semester performance
- complete the e-learning module in Moodle and attend both face-to-face workshops

Abstract

This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a context specific to research in physics.

Objective

Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.

Content

Part I: A self-paced e-learning course in Moodle consisting of several modules on the foundations of ethics in research:

- introduction to moral theory
- introduction to ethical issues that occur within scientific research (authorship, cooperation, data use and sharing as well as other aspects that are subject to scientific integrity and good scientific practice).
- collecting resources: presentation of a variety of tools and resources that help identify ethical issues
- setting up a strategy: example examination of a case regarding its ethical scope
- making decisions: presentation of different ways of addressing ethical issues by making hard choices, solving ethical dilemmas and seeking advice.

Part II: Two face-to-face workshops focus on applications and physics-specific aspects providing an interactive learning environment. Participants get to apply their knowledge, and they are encouraged to reflect on ethical problems and to critically discuss them with fellow doctoral students. The workshops consist of several modules on:

- ethics introduction
- dilemma discussions
- case analyses
- group work and discussions
- role plays
- sustainability aspects
- dialogues with supervisor

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- BEISERT Niklas
- BONDAR Vira
- CHRISTL Marcus

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue

Scientific Works in Physics

[→ ETH Course Catalogue](#)

Title

Scientific Works in Physics

Course Data

- **Number:** 402-2000-00L
- **Semester:** HS+FS
- **ECTS:** 0
- **Type / Hours:** V 2h total
- **Remarks:** –

Offered in

- Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris): Master-Arbeit
- Physik Master: Master-Arbeit
- Rechnergestützte Wissenschaften Bachelor: Bachelor-Arbeit
- Rechnergestützte Wissenschaften Master: Master-Arbeit

Examination Mode

- ungraded semester performance

Abstract

Literature Review: ETH-Library, Journals in Physics, Google Scholar; Thesis Structure: The IMRAD Model; Document Processing: LaTeX and BibTeX, Mathematical Writing, AVETH Survival Guide; ETH Guidelines for Integrity; Authorship Guidelines; ETH Citation Etiquettes; Declaration of Originality.

Objective

Basic standards for scientific works in physics: How to write a Master Thesis. What to know about research integrity.

Content

Prerequisites

Remarks

Recent Lecturers (15HS–23FS)

- WÜRTZ Diethelm
- GRAB Christophorus
- EICHLER Christopher
- KIENZLER Daniel

Revision History, Decisions

- 23FS: data imported from ETH Course Catalogue