

# Modulhandbuch für den Masterstudiengang Physik

## Wintersemester 2011/12

|   |    |
|---|----|
| <b>Modul:</b> Solid-State Optics .....  | 2  |
| <b>Modul:</b> Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I .....                                       | 3  |
| <b>Modul:</b> Quantum information processing with solid-state devices .....                             | 4  |
| <b>Modul:</b> Supraleiter-Nanostrukturen .....  | 5  |
| <b>Modul:</b> Astroteilchenphysik I.....  | 6  |
| <b>Modul:</b> Einführung in die Kosmologie .....  | 7  |
| <b>Modul:</b> Teilchenphysik für Fortgeschrittene.....  | 8  |
| <b>Modul:</b> Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung .....   | 9  |
| <b>Modul:</b> Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik.....                                 | 10 |
| <b>Modul:</b> Elektronik für Physiker.....  | 11 |
| <b>Modul:</b> Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik.....                                     | 12 |
| <b>Modul:</b> Flavour-Physics .....   | 13 |
| <b>Modul:</b> Theoretische molekulare Biophysik.....  | 14 |
| <b>Modul:</b> Theorie der Kondensierten Materie I.....  | 15 |
| <b>Modul:</b> Computational Condensed Matter Theory.....  | 16 |
| <b>Modul:</b> Physik des Quantencomputings .....  | 17 |
| <b>Modul:</b> Quantum physics in one dimension.....   | 18 |
| <b>Modul:</b> Pfadintegrale, Renormierungsgruppe und vereinheitlichte Theorien .....                    | 19 |
| <b>Modul:</b> Theoretische Teilchenphysik II .....  | 20 |
| <b>Modul:</b> Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien .....                                     | 21 |
| <b>Modul:</b> Elektronenmikroskopie II .....  | 22 |
| <b>Modul:</b> Elektronenoptik .....   | 23 |
| <b>Modul:</b> Beschleunigerphysik II: Synchrotronstrahlungsquellen.....                                 | 24 |
| <b>Modul:</b> Moderne Röntgenphysik ('Röntgenkurs'; Kristalle, Nanostrukturen und dünne Schichten)..... | 25 |
| <b>Modul:</b> Kristallographische Grundlagen der Festkörperphysik ("Kristallographie").....             | 26 |
| <b>Modul:</b> Kristallstrukturbestimmung .....  | 27 |
| <b>Modul:</b> Pulverdiffraktometrie.....  | 28 |
| <b>Modul:</b> Grundlagen der Nanotechnologie I.....   | 29 |

## **Modul: Solid-State Optics**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2200011

**Modulverantwortliche:** Hetterich, Michael

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Optik und Photonik, Kondensierte Materie

**Leistungspunkte:** 10

**Semesterwochenstunden:** 5

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2200011 Vorlesung 4 SWS; Hetterich, Michael

2200012 Übung 1 SWS; Hetterich, Michael

Übungen zu Solid-State Optics

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Optik und Photonik, Kondensierte Materie.

**Inhalt:**

Maxwell's equations, refractive index, dispersion, dielectric function, extinction, absorption, reflection, continuity conditions at interfaces, anisotropic media and layered systems, Drude–Lorentz model, reststrahlen bands, Bloch states and band structure, perturbation theory of light–matter interaction, band to band transitions, joint density of states, van Hove singularities, phonon and exciton polaritons, plasmons, metals, semiconductor heterostructures, low-dimensional systems, group theory and selection rules, nonlinear optics, high-excitation effects in semiconductors, measurement of optical functions: Fourier spectroscopy, ellipsometry, modulation spectroscopy, photoluminescence, reflectometry, absorptivity. Required qualifications: solid-state physics, quantum mechanics.

**Literatur:**

C. Klingshirn: Semiconductor Optics (Springer). F. Wooten: Optical Properties of Solids (Academic Press), H. Ibach and H. Lüth, Solid-State Physics.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Mündliche Prüfung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul:** Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2201011

**Modulverantwortliche:** von Löhneysen, Hilbert; Beckmann, Detlef; Fritsch, Veronika

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie

**Leistungspunkte:** 10

**Semesterwochenstunden:** 5

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2201011 Vorlesung 4 SWS; von Löhneysen, Hilbert; Beckmann, Detlef; Fritsch, Veronika

2201012 Übung 1 SWS; von Löhneysen, Hilbert; Beckmann, Detlef; Fritsch, Veronika  
Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Kondensierte Materie.

**Inhalt:**

Wird in Kürze ergänzt.

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

wird in Kürze ergänzt

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul:** Quantum information processing with solid-state devices

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2201021

**Modulverantwortliche:** Ustinov, Alexey; Lisenfeld, Jürgen

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:  
Kondensierte Materie

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2201021 Vorlesung 2 SWS; Ustinov, Alexey; Lisenfeld, Jürgen

2201022 Übung 1 SWS; Ustinov, Alexey; Lisenfeld, Jürgen

Übungen zu Quantum information processing with solid-state devices

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Kondensierte Materie.

**Inhalt:**

Diese Vorlesung behandelt das Konzept des Quantencomputers aus experimenteller Sicht. Nach einer kurzen Einführung in die theoretischen Grundlagen von Quantenbits und Quanten-Algorithmen werden verschiedene Ansätze zur Realisierung von Quantencomputern vorgestellt. In je einer Vorlesungsstunde werden u.a. behandelt: Kernspin-Magnetresonanz, Photonen, Ionenfallen und atom chips, auf Helium schwimmende Elektronen, Spin- und Ladungsqubits, Quantenpunkte und die Familie der supraleitenden Quantenbits. Weiterhin werden Experimente zur Quantenkryptographie und Quanten-Teleportation vorgestellt.

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Vorrechnen in der Übung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Supraleiter-Nanostrukturen**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2201031

**Modulverantwortliche:** Beckmann, Detlef

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:  
Nano-Physik, Kondensierte Materie

**Leistungspunkte:** 4

**Semesterwochenstunden:** 2

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2201031 Vorlesung 2 SWS; Beckmann, Detlef

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Nano-Physik, Kondensierte Materie.

**Inhalt:**

Niedrigdimensionale Supraleiter, Hybridstrukturen, Nichtgleichgewichtseffekte, Phase-Slips, Tunneln, Andreev-Reflexion, Josephson-Effekt, Proximity-Effekt.

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Astroteilchenphysik I**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2202011

**Modulverantwortliche:** Drexlin, Guido

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Astroteilchenphysik

**Leistungspunkte:** 6 oder 8 (wenn Teilnahme an Blockpraktikum)

**Semesterwochenstunden:** 3 oder 4

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2202011 Vorlesung 2 SWS; Drexlin, Guido

2202021 Übung 1 SWS; Drexlin, Guido; Wolf, Joachim

Blockpraktikum 1 SWS; Drexlin, Guido; Wolf, Joachim

**Lernziele:**

- Methodenkompetenzerwerb: Einführung in die Grundlagen der experimentellen Astroteilchenphysik, Erkenntnis der Querverbindungen zur Elementarteilchenphysik und Kosmologie

**Inhalt:**

Die Vorlesung gibt einen umfassenden Überblick über die Grundlagen der experimentellen Astroteilchenphysik, einem neuen und sehr dynamischen Arbeitsfeld an der Schnittstelle der klassischen Disziplinen der Elementarteilchenphysik, Kosmologie und Astrophysik.

Die behandelten Themengebiete umfassen eine allgemeine Einführung in das Arbeitsgebiet, z.B. eine Diskussion der Prozesse im thermischen und nichtthermischen Universum. Darauf aufbauend wird eine grundlegende Einführung in die Physik des frühen Universums gegeben, einschließlich einer Diskussion der Bildung der großräumigen Strukturen im heutigen Universum. Dies bildet die Grundlage einer eingehenden Behandlung der Physik des „dunklen Universums“, d.h. die Suche nach kalter, warmer und heißer dunkler Materie auf der Erde und im Weltraum.

Die Vorlesung legt einen Schwerpunkt auf eine eingehende Darstellung von grundlegenden physikalischen Prozessen und experimentellen Methoden der Astroteilchenphysik und ist Grundlage weiterer Vorlesungen zu diesem Thema (Astroteilchenphysik II).

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (u.a. Vorrechnen)

Erfolgreiche Teilnahme am Blockpraktikum

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Einführung in die Kosmologie**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2202021

**Modulverantwortliche:** de Boer, Wim

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Astroteilchenphysik/Experimentelle Teilchenphysik

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2202021 Vorlesung 2 SWS; de Boer, Wim

2202022 Übung 1 SWS; de Boer, Wim; Gebauer, Iris

Übungen zur Einführung in die Kosmologie

**Lernziele:**

(6 ECTS Punkte für Schwerpunktfach Astroteilchenphysik oder

6 ECTS Punkte für Ergänzungsfach Experimentelle Teilchenphysik)

**Inhalt:**

Die Kosmologie hat in den letzten Jahren durch neue Messungen mit Satelliten gewaltige Fortschritte gemacht und ist inzwischen eine fast exakte Wissenschaft geworden. Z.B. Alter und Größe des sichtbaren Universums sind inzwischen auf Prozentniveau bekannt. Es gibt jedoch auch viele neue Fragen; 95% der Energie des Universums ist unbekannter Natur, d.h. besteht aus Energie, die wir nicht kennen. Ein Teil ist als dunkle Materie bekannt, die vermutlich aus Teilchen besteht, die zu schwer sind um bei den heutigen Beschleunigern produziert zu werden. Der größte Teil besteht jedoch aus der rätselhaften, dunklen Energie, die eine abstoßende Gravitation erzeugt und damit dem Universum eine beschleunigte Expansion verleiht.

In der Vorlesung werden die Grundpfeiler der Urknalltheorie erklärt und die oben angegebenen Fragen verständlich diskutiert. Dies ist eine Nebenfachvorlesung, so dass die Grundkenntnisse der Kursvorlesungen der experimentellen Physik vorausgesetzt werden. Kenntnisse der Allgemeinen Relativitätstheorie werden nicht vorausgesetzt. Die experimentelle Suche nach der dunklen Materie wird im Institut für Experimentelle Kernphysik energisch vorangetrieben mit dem CMS Experiment am Large Hadron Collider (LHC) am Europäischen Teilchenphysiklabor in Genf, mit dem AMS-02 Experiment im Weltraum (der Detektor ist auf der Internationalen Raumstation ISS montiert) und mit dem unterirdischen Edelweiss Detektor in dem Frejus Tunnel der französischen Alpen.

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Abgabe von Übungsblättern

Vorrechnen in der Übung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungsfach- oder Nebenfach.

## **Modul: Teilchenphysik für Fortgeschrittene**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2202031

**Modulverantwortliche:** Husemann, Ulrich; Wagner-Kuhr, Jeannine

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Teilchenphysik

**Leistungspunkte:** 8

**Semesterwochenstunden:** 5

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2202031 Vorlesung 3 SWS; Husemann, Ulrich; Wagner-Kuhr, Jeannine

2202032 Übung 2 SWS; Wagner-Kuhr, Jeannine; Husemann, Ulrich

Praktische Übungen zur Teilchenphysik für Fortgeschrittene

**Lernziele:**

Einführung in experimentelle Tests des Standardmodell der Elementarteilchenphysik und die Suche nach Physik jenseits des Standardmodells.

**Inhalt:**

Vorlesung:

- Überblick, Beschleuniger und Detektoren, Grundlagen des Standardmodells
- Z-Boson-Physik, Flavor-Physik, QCD, High- $p_T$ -Physik (Jets, W, Z, Top)
- Physik des Higgs-Bosons
- Physik massiver Neutrinos
- Jenseits des Standardmodells: Supersymmetrie und Extra-Dimensionen

Praktische Übungen:

- Aktuelle Methoden der Monte-Carlo-Simulation und Datenanalyse
- Moderne Silizium-Spurdetektoren an Beschleunigerexperimenten.

Voraussetzung: Vorlesung Moderne Experimentalphysik III (Kerne und Teilchen)

Weitere wünschenswerte Vorkenntnisse: Vorlesung Rechneranwendungen

**Literatur:**

- D. Griffith: Introduction to Elementary Particles
- A. Bettini: Introduction to Elementary Particle Physics
- C. Berger: Elementarteilchenphysik
- P. Schmüser: Feynman-Graphen und Eichtheorien für Experimentalphysiker

Weitere Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

- Testat für mindestens 2/3 der in der Übung ausgegebenen Arbeitsblätter und
- Kurzvortrag zu einem der in der Übung bearbeiteten Projekte
- Ggf. mündliche Prüfung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2202041

**Modulverantwortliche:** Blümer, Johannes; Roth, Markus

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Astroteilchenphysik

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2202041 Vorlesung 2 SWS; Blümer, Johannes; Roth, Markus

2202042 Übung 1 SWS; Dembinski, Hans

Übungen zu Astroteilchenphysik II: Kosmische Strahlung

**Lernziele:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul verfügt der/die Studierende über ein vertieftes Fach- und Überblickswissen auf dem Feld der hochenergetischen Astroteilchenphysik (kosmische Strahlung) und beherrscht die Methoden des Erkenntnisgewinns und deren exemplarische Anwendung.

**Inhalt:**

Astrophysikalische Energie- und Größenskalen; Eigenschaften kosmischer Strahlung; direkte und indirekte Messung kosmischer Strahlung; Beschleunigung geladener Teilchen; Galaxien und galaktische Magnetfelder; galaktische und extragalaktische Ausbreitung kosmischer Strahlung, Quellen kosmischer Strahlung; Suche nach zusätzlichen Dimensionen und exotischen Phänomenen mit kosmischer Strahlung. Zusammen mit „Astroteilchenphysik II: Gamma-Strahlung“ ergeben die beiden Vorlesungen ein abgeschlossenes Bild hochenergetischer Teilchen mit ihren zugrundeliegenden Erzeugungs- und Transportprozessen in unserem Universum. Die Themenspektren beider Vorlesungen sind komplementär angelegt und können unabhängig gehört werden, ergänzen sich aber in geeigneter Weise.

**Literatur:**

T.K. Gaisser: Cosmic Rays and Particle Physics

T. Stanev: High Energy Cosmic Rays

Malcom Longair: High Energy Astrophysics

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Teilnahme an Übungen und Vorrechnen in der Übung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

# **Modul:** Messmethoden und Techniken in der Experimentalphysik

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2202051

**Modulverantwortliche:** Drexlin, Guido; Bornschein, Beate

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:  
Experimentelle Astroteilchenphysik, Experimentelle Teilchenphysik

**Leistungspunkte:** 6 oder 8 (wenn Teilnahme an Blockpraktikum)

**Semesterwochenstunden:** 3 oder 4

**Modulturnus:** WS

## **Lehr- und Lernformen:**

2202051 Vorlesung 2 SWS; Drexlin, Guido; Bornschein, Beate

2202052 Übung 1 SWS; Drexlin, Guido; Bornschein, Beate, Priester, Florian

Blockpraktikum 1 SWS; Bornschein, Beate; Priester, Florian

## **Lernziele:**

- Methodenkompetenzerwerb: Methodisches Vorgehen bei der Auswahl der Messverfahren und bei der Berechnung der Messunsicherheit.
- Kommunikationskompetenzerwerb: Verbesserte Kommunikation zwischen Ingenieuren und Physikern

## **Inhalt:**

Die Vorlesung soll helfen, den Einstieg in die experimentelle Welt zu erleichtern. Das Ziel der Vorlesung ist es, übliche Messmethoden zu erläutern und in Beispielen das erlernte Wissen auf praktische Messaufgaben anzuwenden. Im Vordergrund steht hier das methodische Vorgehen bei der Auswahl des Messverfahrens inklusive der anzuwendenden Messunsicherheitsbetrachtung. Darüber hinaus soll die Vorlesung einen Beitrag zu einer besseren Kommunikation zwischen Ingenieuren und Physikern führen (der Ingenieur spricht z.B. vom Messunsicherheitsbudget nach GUM und der Physiker fragt sich, was das soll) und damit die Integration der jungen Nachwuchskräfte in die für das KIT so typischen gemischten Teams aus Technikern, Ingenieuren und Physikern fördern. Im Detail werden u.a. folgende Themen behandelt: Messgeräte und ihre Genauigkeitsklassen, Berechnung von Messunsicherheiten nach GUM und Bestimmung eines Vertrauensbereiches, Methoden der (Tief-) Temperaturmessung, Einführung in die Vakuumtechnik inkl. Lecksuchtechnik, Methoden der Magnetfeldmessung und Massenstrommessung, Einführung in die Strahlungsmesstechnik und Dosimetrie (aus aktuellem Anlass).

## **Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

## **Leistungsnachweis:**

wird in Kürze ergänzt

## **Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Elektronik für Physiker**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2202061

**Modulverantwortliche:** Weber, Marc

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Astroteilchenphysik, Experimentelle Teilchenphysik

**Leistungspunkte:** 12

**Semesterwochenstunden:** 8

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2202061 Vorlesung 4 SWS; Weber, Marc

2202062 Übung 4 SWS; Rabbertz, Klaus; Weber, Marc

Praktische Übungen zur Elektronik für Physiker

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Experimentelle Astroteilchenphysik, Experimentelle Teilchenphysik.

**Inhalt:**

Einführung in die analoge und digitale Elektronik:

*-Grundlagen, lineare Netze, passive Bauelemente, elementare Schaltkreisanalyse, Filter, Schwingkreise*

*-Aktive Bauelemente: Diode und Transistor*

*-Grundsaltungen mit einem und zwei Transistoren, Operationsverstärker*

*-Elektrischer und optischer Signaltransport*

*-Elektromagnetische Störungen und Rauschen*

*-Zahlensysteme, Schaltalgebra, Logikbausteine, Flip-Flops, Speicher*

*-Analog-Digital-Wandler*

*-Programmierbare Elektronik: CPLDs, FPGAs*

*-Aufbau- und Verbindungstechnik*

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Durch erfolgreiche Teilnahme am Praktikum

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Detektoren für Teilchen- und Astroteilchenphysik**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2202071

**Modulverantwortliche:** Blümer, Johannes

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Astroteilchenphysik, Experimentelle Teilchenphysik

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 2

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2202071 Vorlesung 2 SWS; Blümer, Johannes

2202072 Übung 1 SWS; Ulrich, Ralf

Übungen zu Teilchendetektoren

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Experimentellen Teilchen- und Astroteilchenphysik.

**Inhalt:**

Wechselwirkungen von Strahlung und Teilchen mit Materie; Grundprinzipien von Teilchendetektoren; ausgewählte Methoden zur Messung von Energie, Impuls, Bahn, etc. von Teilchen; Kombination von Detektoren in Großexperimenten der Teilchen- und Astroteilchenphysik; Anwendungen außerhalb der Grundlagenforschung.

**Literatur:**

K. Kleinknecht, "Detektoren für Teilchenstrahlung", Teubner

W. R. Leo, "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments", Springer

C. Grupen, "Teilchendetektoren", Spektrum Akademischer Verlag

G. F. Knoll, "Radiation Detection and Measurement", Wiley

Review of Particle Physics,

[http://pdg.lbl.gov/2006/reviews/contents\\_sports.html#expmethetc](http://pdg.lbl.gov/2006/reviews/contents_sports.html#expmethetc)

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern

Vorrechnen in der Übung

Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung/Übung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Flavour-Physics**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2202081

**Modulverantwortliche:** Feindt, Michael; Kuhr, Thomas; Zupanc, Anze

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Experimentelle Teilchenphysik

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2202081 Vorlesung 2 SWS; Feindt, Michael; Kuhr, Thomas; Zupanc, Anze

2202082 Übung 1 SWS; Feindt, Michael; Heck, Martin

Übungen zu Flavour- Physics

**Lernziele:**

Wir wollen den Teilnehmern des Kurses mit der Flavour-Physik den Schlüssel zu einem besseren Verständnis der fundamentalen Naturgesetze an der Präzisionsfront nahebringen. Dabei soll es sowohl um die zugrunde liegenden Konzepte, als auch um praktische Erfahrungen gehen, die zu einem gelungenen Einstand in die eigene Forschung beitragen.

**Inhalt:**

Teilchenbeschleuniger erlauben neben dem Versuch die fundamentale Physik über Prozesse bei immer höheren Energien zu studieren auch diese über immer höhere Präzision von Prozessen bei mittlerer Energie zu erforschen, was auch sowohl am CERN und am Tevatron an Vielzweckexperimenten, wie auch in speziellen Flavour-Fabriken am SLAC oder am KEKB Beschleuniger in Japan, erfolgreich durchgeführt wird.

Während der Vorlesung wollen wir experimentelle Methoden und bestimmte Schlüsselprozesse – Mesonenmischung, CP Verletzung, seltene Zerfälle – vorstellen. In der Übung soll zusätzlich noch auf Handwerkszeug für den Alltag, wie etwa Winkelverteilungen & Quantenzahlen und Informationssysteme im Internet eingegangen werden.

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern

mündliche Kleingruppen- oder Einzelprüfung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Theoretische molekulare Biophysik**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2203031

**Modulverantwortliche:** Wenzel, Wolfgang; Schug, Alexander

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:  
Biophysik, Modellierung Nanoskaliger Systeme

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2203031 Vorlesung 2 SWS; Wenzel, Wolfgang; Schug, Alexander

2203032 Übung 1 SWS; Wenzel, Wolfgang; Schug, Alexander

Übungen zu Theoretische molekulare Biophysik

**Lernziele:**

Fragestellungen aus dem Grenzgebiet zwischen Biologie, Chemie und Physik gewinnen zunehmend Bedeutung in der interdisziplinären Forschung. Theoretische Methoden der Biophysik und Biochemie können wesentlich dazu beitragen, biochemische Prozesse zu verstehen und zunehmend auch quantitativ zu beschreiben. Überlappend mit dem sich entwickelnden Gebiet der Bioinformatik erlauben physikalische Modelle die Analyse und zunehmend auch die Vorhersage fundamentaler biologischer Abläufe.

In dieser Vorlesung sollen die biophysikalischen Grundlagen und biochemischen Modelle für die *Proteinstrukturvorhersage*, eine der zentralen Fragestellungen der theoretischen Biophysik, erarbeitet werden: Proteine sind die Grundbausteine der Zelle, die für alle wesentlichen Prozesse von Pflanzen, Tieren und Menschen von Bedeutung sind. Sie werden im Gen kodiert und als chemisch lineare Moleküle synthetisiert. In dieser Vorlesung sollen die wichtigen biophysikalischen Grundlagen für die Modellierung von Proteinen vorgestellt und diskutiert werden. Darüber hinaus wird eine wichtige Anwendung dieser Verfahren, die *rechnergestützte Medikamentenentwicklung*, im Detail vorgestellt.

**Literatur:**

Daume, Molecular Biophysics, Brandon & Tooze: Introduction to Protein Structure  
Weitere Titel werden in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern

Vorrechnen in der Übung

einer Klausur

Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung/Übung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Theorie der Kondensierten Materie I**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2204011

**Modulverantwortliche:** Schmalian, Jörg

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Theorie der kondensierten Materie

**Leistungspunkte:** 12

**Semesterwochenstunden:** 6

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2204011 Vorlesung 4 SWS; Schmalian, Jörg

2204012 Übung 2 SWS; Schmalian, Jörg; Narozhny, Boris

Übungen zu Theorie der Kondensierten Materie I

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Theorie der kondensierten Materie.

**Inhalt:**

Vorlesungen und Übungen vermitteln bzw. vertiefen die grundlegenden Konzepte der Beschreibung kondensierter Materie, wobei kristallinen Festkörpern besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Einführung: geordnete Phasen, Symmetriebrechung und Quantentheorie des Festkörpers
- Kristallgitter, Gitterdynamik, Elektronen im periodischen Potential
- Quantenflüssigkeiten und Supraleitung
- Elektronische Transporteigenschaften von Festkörpern

**Literatur:**

- C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenburg, 1980).
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart & Winston, N.Y 1976).
- G. Czycholl, Advanced Solid State Physics (Westview 2003).
- J.H. Ziman, Principles of the Theory of Solids (Cambridge, Univ. Press, 1972).
- P.W. Anderson, Basic Notions of Condensed Matter Physics (Benjamin/Cumming 1984).
- P. Phillips, Advanced Solid State Physics (Westview 2003).
- F. Duan and J. Guojun, Introduction to Condensed Matter Physics (World Scientific 2005).
- H. Alloul, Introduction to the Physics of Electrons in Solids (Springer, 2010).

**.Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern

Vorrechnen in der Übung

einer Klausur

Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung/Übung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul:** Computational Condensed Matter Theory

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2204021

**Modulverantwortliche:** Evers, Ferdinand; Schmitteckert, Peter

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Theorie der kondensierten Materie

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2204021 Vorlesung 2 SWS; Evers, Ferdinand; Schmitteckert, Peter

2204022 Übung 1 SWS; Evers, Ferdinand; Bagrets, Alexej; van Setten, Michiel J.

Übungen zu Computational Condensed Matter Theory

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Theorie der kondensierten Materie.

**Inhalt:**

Wird in Kürze ergänzt.

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

wird in Kürze ergänzt

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Physik des Quantencomputings**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2204041

**Modulverantwortliche:** Shnirman, Alexander

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Theorie der kondensierten Materie, Nano-Physik

**Leistungspunkte:** 8

**Semesterwochenstunden:** 4

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2204041 Vorlesung 3 SWS; Shnirman, Alexander

2204042 Übung 1 SWS; Shnirman, Alexander; Kamleitner, Ingo

Übungen zu Physik des Quantencomputings

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Theorie der kondensierten Materie, Nano-Physik.

**Inhalt:**

1. Quantenbits, Register, Gates, Quantenmechanik der 2-Niveau-Systeme (Rabi Oszillationen etc.), Einfache Algorithmen.
2. Adiabatische Prozesse, Landau-Zehner Übergänge, Berry Phase, Holonomies
3. Offene Quantensysteme, Dichte Operator, Dekoherenz (Bloch-Redfield-Formalismus)
4. Quanten Messungen, von Neumannscher Messprozess
5. Spin Qubits, Josephson Qubits (Josephson Effekt, Makroskopisches Quantentunneln), Quantenoptik, Topologisches Quantencomputing (Majorana-Fermionen), Quanten Fehler Korrektur

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern

Vorrechnen in der Übung

einer Klausur

Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung/Übung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul:** Quantum physics in one dimension

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2204051

**Modulverantwortliche:** Mirlin, Alexander; Gornyi, Igor; Carr, Sam

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Theorie der kondensierten Materie

**Leistungspunkte:** 4

**Semesterwochenstunden:** 2

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2204051 Vorlesung 2 SWS; Mirlin, Alexander; Gornyi, Igor; Carr, Sam;

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Theorie der kondensierten Materie.

**Inhalt:**

This lecture course is devoted to theories of interacting 1D systems. This is a broad class of quantum systems that includes electrons in quantum wires and nanotubes, cold atoms in 1D traps, quantum Hall edge states, spin ladder materials, etc. The peculiarity of 1D quantum physics is that the interparticle interaction leads to formation of strongly correlated states known as Luttinger liquids. These states have many remarkable properties, including spin-charge separation, strong zero-bias anomalies, emergence of excitation gaps, dramatic effects of impurities, and unconventional non-equilibrium physics. Despite strong interaction effects, this class of systems can be analytically explored in a controllable way in the framework of bosonization, a quantum-field-theoretical approach characterizing the systems in terms of collective bosonic modes. The lecture course will overview theoretical foundations of the bosonization formalism and applications to a variety of 1D quantum systems and phenomena.

**Literatur:**

T. Giamarchi. Quantum physics in one dimension (Oxford University Press, 2004).

M. Stone (Editor). Bosonization (World Scientific, 1994)

A.O. Gogolin, A.A. Nersesyan, and A.M.Tsvetik. Bosonization and strongly correlated systems (Cambridge University Press, 1998).

A.M. Tsvetik. Quantum field theory in condensed matter physics (Cambridge University Press, 2003)

X.-G. Wen. Quantum field theory of many-body systems (Oxford University Press, 2004)

H.J. Schulz, G. Cuniberti, P. Pieri. Fermi liquids and Luttinger liquids; in "Field Theories for Low-Dimensional Condensed Matter Systems", G. Morandi et al. Eds. (Springer, 2000), ISBN: 3540671773 ; arXiv:cond-mat/9807366.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

    Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung

    Mündlicher Prüfung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

**Modul:** Pfadintegrale, Renormierungsgruppe und vereinheitlichte Theorien

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2205021

**Modulverantwortliche:** Kühn, Johann

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:  
Theoretische Teilchenphysik

**Leistungspunkte:** 10

**Semesterwochenstunden:** 5

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2205021 Vorlesung 3 SWS; Kühn, Johann

2205022 Übung 2 SWS; Kühn, Johann; Marquard, Peter

Übungen zu Pfadintegrale, Renormierungsgruppe und vereinheitlichte Theorien

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Theoretische Teilchenphysik.

**Inhalt:**

1.) Pfadintegrale

in der Quantenmechanik, in der Quantenfeldtheorie, Funktionalableitung, Anwendung auf Elektrodynamik, Spinorfelder, Nichtabelsche Eichtheorien

2.) Renormierungsgruppe

Callan-Symanzik-Gleichung, Fixpunkte, anomale Dimensionen, Beta-Funktion in der QCD, Symmetrie und Symmetriebrechung

3.) Vereinheitlichte Theorien

indirekte Evidenz, einfache Modelle, Gruppentheorie

**Literatur:**

Anthony Zee: Quantum Field Theory in a Nutshell

Peskin, Schroeder: Quantum Field Theory

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern

Vorrechnen in der Übung

einer Klausur

Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung/Übung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Theoretische Teilchenphysik II**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2206011

**Modulverantwortliche:** Mühlleitner, Margarete

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Theoretische Teilchenphysik

**Leistungspunkte:** 12

**Semesterwochenstunden:** 6

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2206011 Vorlesung 4 SWS; Mühlleitner, Margarete

2206012 Übung 2 SWS; Mühlleitner, Margarete; Rauch, Michael

Übungen zu Theoretische Teilchenphysik II

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Theoretische Teilchenphysik.

**Inhalt:**

**Eichsymmetrien** (Kopplung an das Photon,  $SU(N)$ , nicht-abelsche Gruppen, Eichtransformation) ; **Pfadintegrale** (Funktionale, Wechselwirkungen, Pfadintegralformalismus für Fermionen, Diracfelder, Photon, Feynmanregeln) ; **dimensionale Regularisierung** (d Dimensionen, Feynman Parametrisierung, UV Pol, counter Terme, Vertexkorrekturen, Renormierungsgruppengleichungen, laufende Kopplungen) ; **Spontane Symmetriebrechung** (Goldstone Theorem, spontane gebrochene Eichsymmetrien) ; **das Standardmodell** (Higgsmechanismus, Aufstellen der Lagrangedichte, Phänomenologie)

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul:** Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2206021

**Modulverantwortliche:** Nierste, Ulrich

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld:

Theoretische Teilchenphysik

**Leistungspunkte:** 12

**Semesterwochenstunden:** 6

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2206021 Vorlesung 4 SWS; Nierste, Ulrich

2206022 Übung 2 SWS; Nierste, Ulrich; Wiebusch, Martin

Übungen zu Symmetrien, Gruppen und erweiterte Eichtheorien

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Theoretische Teilchenphysik.

**Inhalt:**

Die erste Hälfte der Vorlesung soll die Bedeutung von Symmetrien für die Klassifizierung fundamentaler Naturgesetze vermitteln und in die zugehörige mathematische Methodik einführen. Themengebiete sind Lie-Gruppen und -Algebren, die zunächst am Beispiel der Drehgruppe  $SO(3)$  erläutert werden. Weiter werden Darstellungen von Gruppen, insbesondere von  $SU(N)$  und  $SO(N)$ , detailliert behandelt. Die zweite Vorlesungshälfte widmet sich Erweiterungen des Standardmodells der Elementarteilchen mit größeren Eichsymmetriegruppen wie z.B. großvereinheitlichten Theorien mit Symmetriegruppe  $SU(5)$ . Die erste Vorlesungshälfte kann als Modul mit 6 Leistungspunkten von Studierenden des 5. Semesters belegt werden, die zweite Hälfte erfordert Vorkenntnisse aus TTP I.

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich: Bearbeitung der Hälfte der Übungsaufgaben, Vorrechnen in den Übungen.

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Elektronenmikroskopie II**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2207021

**Modulverantwortliche:** Gerthsen, Dagmar

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:

Kondensierte Materie, Nano-Physik

**Leistungspunkte:** 8

**Semesterwochenstunden:** 4

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2207021 Vorlesung 2 SWS; Gerthsen, Dagmar

2207022 Übung 2 SWS; Gerthsen, Dagmar

Übungen zu Elektronenmikroskopie II

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Kondensierte Materie, Nano-Physik.

**Inhalt:**

Rasterelektronenmikroskopie, Abbildung und Strukturierung mit fokussierten Ionenstrahlen, analytische Verfahren in der Elektronenmikroskopie (energiedispersive Röntgenspektroskopie und Elektronenenergie-Verlustspektroskopie)

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern/Protokollen

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Elektronenoptik**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2207031

**Modulverantwortliche:** Haider, Maximilian; Janzen, Roland

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:  
Nano-Physik

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2207031 Vorlesung 2 SWS; Haider, Maximilian; Janzen, Roland

2207032 Übung 1 SWS; Haider, Maximilian; Janzen, Roland

Übungen zu Elektronenoptik

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Nano-Physik.

**Inhalt:**

Funktions- und Aufbau-Prinzipien von Elektronenmikroskopen,  
Grundlagen der bildgebenden Verfahren im Elektronenmikroskop,  
Einführung in die Elektronenoptik,  
Einführung in die Aberrationstheorie.

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

# **Modul: Beschleunigerphysik II: Synchrotronstrahlungsquellen**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2208011

**Modulverantwortliche:** Baumbach, Tilo; Bernhard, Axel

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er: Kondensierte Materie

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3 (2V+1Ü)

**Modulturnus:** WS

## **Lehr- und Lernformen:**

2208011 Vorlesung 2 SWS; Baumbach, Tilo; Bernhard, Axel

2208012 Übung zu 2208011, 1 SWS; Bernhard, Axel

## **Lernziele:**

Vertiefung von Themen der Beschleunigerphysik im Umkreis der Nutzung von Beschleunigern zur Erzeugung von Synchrotronstrahlung, welche als Großgeräte in der Erforschung der Eigenschaften kondensierter Materie Einsatz finden.

## **Inhalt:**

- ⤴ Physik der Synchrotronstrahlung (Elektrodynamik bewegter Punktladungen, Eigenschaften der normalen Synchrotronstrahlung wie Strahlungsleistung, Winkelverteilung, Spektrum, Polarisation)
- ⤴ Insertion Devices (Physik der Strahlung des schwachen Undulators, Starke Undulatoren und Wiggler, Designerwägungen, Permanent- und (supraleitende) Elektromagnete, strahldynamische Aspekte)
- ⤴ Teilchenstrahlen unter Wirkung dissipativer Prozesse (Hamiltonsche Formulierung der Strahldynamik, Hamilton-Vielteilchensysteme, Vlasov- und Fokker-Planck-Gleichung, Strahlungsdämpfung und -anregung, Gleichgewichtsemittanz)
- ⤴ Zukunftskonzepte für beschleunigerbasierte Strahlungsquellen (Freielektronen-Laser, Energy Recovery Linac-Quellen, Plasma-Wakefield-Beschleuniger-basierte Quellen)

## **Literatur (Auswahl):**

H. Wiedemann: Particle Accelerator Physics 1&2, Springer, 3. Aufl., 2003

A. Hofmann: The Physics of Synchrotron Radiation, Cambridge University Press, 2004

P. Schmüser, M. Dohlus, J. Rossbach, Ultraviolet and Soft X-Ray Free Electron Lasers, Springer, 2010

## **Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

Abgabe von Übungsblättern

Vorrechnen in der Übung

ggf. Kurzvorträgen im Rahmen der Vorlesung/Übung

## **Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

**Modul:** Moderne Röntgenphysik ('Röntgenkurs'; Kristalle, Nanostrukturen und dünne Schichten)

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2208021

**Modulverantwortliche:** Baumbach, Tilo; Eichhorn, Klaus

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:  
Kondensierte Materie

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2208021 Vorlesung 2 SWS; Baumbach, Tilo; Eichhorn, Klaus

2208022 Übung 1 SWS; Baumbach, Tilo; Eichhorn, Klaus

Praktische Übungen am Speicherring ANKA zu 'Moderne Röntgenphysik'

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Kondensierte Materie.

**Inhalt:**

Wird in Kürze ergänzt.

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

wird in Kürze ergänzt

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul:** Kristallographische Grundlagen der Festkörperphysik ("Kristallographie")

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2208031 / 2208032

**Modulverantwortliche:** Eichhorn, Klaus

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er: Kondensierte Materie

**Leistungspunkte:** 8

**Semesterwochenstunden:** 4 (3V + 1Ü)

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2208031 Vorlesung 3 SWS; Eichhorn, Klaus

2208032 Übung 1 SWS; Eichhorn, Klaus

**Lernziele:**

Mathematische Grundlagen der Kristallographie für Physiker, Chemiker und Werkstoffwissenschaftler. Grundlagen der linearen Algebra (Vektoren, Matrizen) werden vorausgesetzt; Kenntnisse über Fourierreihen und Fouriertransformationen wären hilfreich zum Verständnis der Röntgenbeugung, sind aber nicht Voraussetzung.

**Inhalt:**

Die Vorlesung gibt eine mathematisch orientierte Darstellung der geometrischen Kristallographie, der Symmetrie- und Gruppentheorie sowie eine Einführung in die Kristallchemie, Kristallphysik und die Röntgenbeugung an kristallinen Festkörpern. Die angebotenen Übungen sind integraler Teil und als Leistungsnachweis erforderlich.

**Literatur:**

- ◆ W. Borchardt-Ott: Kristallographie, Springer 2002;
- ◆ D.Schwarzenbach: Kristallographie, Springer 2001;
- ◆ K.Eichhorn: Vorlesungsskript Kristallographie, 2011.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

- ◆ Abgabe von Übungsblättern
- ◆ Vorrechnen in der Übung

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Kristallstrukturbestimmung**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2208041 / 2208042

**Modulverantwortliche:** Eichhorn, Klaus

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er: Kondensierte Materie

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3 (2V + 1Ü)

**Modulturnus:** Blockkurs nach Bedarf (zu Beginn des WS/SS)

### **Lehr- und Lernformen:**

2208041 Vorlesung 2 SWS; Eichhorn, Klaus

2208042 Übung 1 SWS; Eichhorn, Klaus

### **Lernziele:**

Grundlagen der Röntgenbeugung an (ein)kristallinen Festkörpern für Physiker, Chemiker und Werkstoffwissenschaftler. Datensammlung, Strukturbestimmung, Strukturverfeinerung und Interpretation der Ergebnisse. Kristallographische Grundkenntnisse, z.B. der Stoff der Vorlesung „Kristallographische Grundlagen der Festkörperphysik“ wären hilfreich, sind aber nicht Voraussetzung.

### **Inhalt:**

Behandelt werden die Grundlagen der Röntgenstrukturanalyse an Einkristallen mit Patterson-Techniken und Direkten Methoden. Der Lehrstoff umfaßt:

- ◆ Kristallographische Grundlagen,
- ◆ Röntgenbeugung an Einkristallen,
- ◆ Datensammlung und Datenreduktion,
- ◆ Pattersonfunktion und Schweratomtechnik,
- ◆ Intensitätsstatistik und Direkte Methoden,
- ◆ Isomorpher Ersatz, anomale Dispersion, MAD-Phasing,
- ◆ Fouriersynthesen und Strukturverfeinerung,
- ◆ Interpretation der Ergebnisse,
- ◆ Kristallographische Datenbanken.

Die praxisnahen Übungen erfolgen mit Computerprogrammen zur automatischen Strukturbestimmung, schwerpunktmäßig mit den (bekanntesten) Programmpaketen SHELX/WinGX.

### **Literatur:**

- ◆ W.Borchardt-Ott: Kristallographie, Springer 2002;
- ◆ K.Eichhorn: Vorlesungsskript Strukturbestimmung, 2011.

Weiterführende Literatur und Quellen im Internet werden im Kurs vorgestellt.

### **Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

- ◆ Lösung von Übungsaufgaben in Gruppenarbeit

### **Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Pulverdiffraktometrie**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2208051 / 2208052

**Modulverantwortliche:** Eichhorn, Klaus

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er: Kondensierte Materie

**Leistungspunkte:** 6

**Semesterwochenstunden:** 3 (2V + 1Ü)

**Modulturnus:** Blockkurs nach Bedarf (zu Beginn des WS/SS)

### **Lehr- und Lernformen:**

2208051 Vorlesung 2 SWS; Eichhorn, Klaus

2208052 Übung 1 SWS; Eichhorn, Klaus

### **Lernziele:**

Grundlagen der Röntgenbeugung an polykristallinen Proben für Physiker, Chemiker und Werkstoffwissenschaftler. Strukturbestimmung und Probencharakterisierung an Hand von Pulverdiagrammen. Kristallographische Grundkenntnisse, z.B. der Stoff der Vorlesung „Kristallographische Grundlagen der Festkörperphysik“ wären hilfreich, sind aber nicht Voraussetzung.

### **Inhalt:**

Schwerpunkt des Kurses ist die Rietveld-Technik und ihre Anwendungen zur Kristallstrukturanalyse und zur Probencharakterisierung. Behandelt werden die Grundlagen der Pulverdiffraktometrie sowie Verfahren zur Bestimmung und Verfeinerung von Kristallstrukturen aus Pulverdiffraktogrammen. Auf Seiten der Probencharakterisierung erfolgt eine Einführung in die Bestimmung von Teilchengrößen, in die röntgenographische Spannungsanalyse und in die Eigenschaften von Realkristallen. Die praxisnahen Übungen erfolgen mit Programmpaketen zur Auswertung von Pulverdiagrammen (Fullprof).

### **Literatur:**

- ◆ W.Borchardt-Ott: Kristallographie, Springer 2002;
- ◆ K.Eichhorn: Vorlesungsskript Pulverdiffraktometrie, 2011.

Weiterführende Literatur und Quellen im Internet werden im Kurs vorgestellt.

### **Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:

- ◆ Lösung von Übungsaufgaben in Gruppenarbeit

### **Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.

## **Modul: Grundlagen der Nanotechnologie I**

**Lehrveranstaltungsnummer:** 2209011

**Modulverantwortliche:** Goll, Gernot; Weiß, Georg

**Einordnung in Studiengang:** Master Physik, Themenfeld/er:  
Nano-Physik

**Leistungspunkte:** 4

**Semesterwochenstunden:** 2

**Modulturnus:** WS

**Lehr- und Lernformen:**

2209011 Vorlesung 2 SWS; Goll, Gernot; Weiß, Georg

**Lernziele:**

Vertiefung in einem Gebiet der Nano-Physik.

**Inhalt:**

Einführung in zentrale Gebiete der Nanotechnologie; Vermittlung der konzeptionellen, theoretischen und insbesondere methodischen Grundlagen:

1. Methoden der Abbildung und Charakterisierung (Nanoanalytik)
2. Methoden der Herstellung von Nanostrukturen (Nanolithographie und Selbstorganisation)

Die Vorlesung „Grundlagen der Nanotechnologie II“ behandelt im Sommersemester Anwendungsgebiete und aktuelle Entwicklungen.

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung genannt.

**Leistungsnachweis:**

Voraussichtlich in Form von:  
einer Klausur

**Notenbildung:**

Entsprechend den Regeln der Prüfungsordnung und des Studienplans je nach Verwendung als Schwerpunkt-, Ergänzungs- oder Nebenfach.