

**physics715 Experiments on the Structure of Hadrons**  
**Th 14-16, HS, HISKP**  
**Exercises: 1 hr in groups**  
**VEXP, WPVEXP**

Instructor(s): A. Gillitzer  
For term nos.: 7 or higher  
Hours per week: 2+1

Prerequisites:

Basics of quantum mechanics, atomic and nuclear physics

Contents:

Discoveries relevant for hadron physics  
Quarks and gluons  
Symmetries, hadron multiplets  
Asymptotic freedom and confinement  
How does nature generate hadron masses?  
Quark Model: do we understand hadron spectra?  
Formation and decay of resonances  
Experimental approach: spectroscopy of baryons and mesons  
Exotic states: Mesons/baryons not made of quark-antiquark/3-quarks  
Photon induced studies  
(Anti-)Proton induced studies

Literature:

B. Povh, K. Rith C. Scholz, F. Zetsche; Teilchen und Kerne (Springer, Heidelberg 6. Aufl. 2004)  
Perkins; Introduction to High Energy Physics (Cambridge University Press 4. Aufl. 2000)  
K. Gottfried, F. Weisskopf; Concepts of Particle Physics (Oxford University Press 1986)

Comments:

**physics614 Laser Physics and Nonlinear Optics**  
**Tu 10, Th 14-16, HS, IAP**  
**Exercises: 1 hr in groups**  
**VEXP, WPVEXP**

Dozent(en): M. Weitz

Fachsemester: ab 5.

Wochenstundenzahl: 3+1

Erforderliche Vorkenntnisse:

Optik, Atomphysik, Quantenmechanik

Inhalt:

- Propagation von Laserstrahlen, Resonatoren
- Atom-Licht Wechselwirkung
- Prinzip des Lasers, Lasersysteme
- Eigenschaften des Laserlichts
- Anwendungen des Lasers
- Frequenzverdopplung, Summen- und Differenzfrequenzerzeugung
- parametrische Prozesse, Vierwellenmischung

Literatur:

- P. Miloni, J. Eberly; Lasers (Wiley, New York, 1988)
- D. Meschede; Optik, Licht und Laser (Teubner, Wiesbaden, 2005)
- F. K. Kneubühl; Laser (Teubner, Wiesbaden, 2005)
- J. Eichler, H.J. Eichler; Laser (Springer, Heidelberg, 2003)
- R. Boyd; Nonlinear Optics (Academic Press, Boston, 2003)
- Y.-R. Shen; The principles of nonlinear optics (Wiley, New York, 1984)

Bemerkungen:

Die Vorlesung kann sowohl von Bachelorstudenten ab dem 5. Semester als auch von Master-/Diplomstudenten gehört werden

**physics615 Theoretical Particle Physics**  
**Tu 16-18, Fr 12, HS I, PI**  
**Exercises: 2 hrs in groups**  
**VTHE, WPVTHE**

Instructor(s): H.-P. Nilles  
For term nos.: 7  
Hours per week: 3 + 2

Prerequisites:

Quantum mechanics, basic knowledge of particle physics phenomena

Contents:

Classical field theory, gauge theories, Higgs mechanism,  
Standard model of strong and electroweak interactions,  
Grand unified theories,  
Supersymmetry and supersymmetric extension of the standard model,  
Neutrino physics

Literature:

T.P. Cheng and L.F. Li, Gauge theories of elementary particle physics,  
(Clarendon Press 1984)  
M.E. Peskin and D.V. Schroeder, An introduction to quantum field theory,  
(Addison Wesley, 1995)  
J. Wess and J. Bagger, Supersymmetry and supergravity,  
(Princeton University Press, 1992)

Comments:

Language will be English or German at the discretion of the audience.  
First lecture will take place on Tuesday October 20th (4pm, HSI, PI).  
There will be exercises in groups (first meeting after the first  
lecture on Oct. 20th).

**physics616 Theoretical Hadron Physics**  
**Mi 10-13, SR II, HISKP**  
**Exercises: 2 hrs in groups**  
**VTHE, WPVTHE**

Instructor(s): C. Hanhart, A. Nogga, A. Wirzba  
For term nos.: 6 and higher  
Hours per week: 3+2

Prerequisites:

Quantum Mechanics and Advanced Quantum Mechanics.  
Some knowledge of Quantum Field Theory is helpful, but not mandatory.

Contents:

1. Introduction - the interactions of the Standard Model
2. Phenomenology of strong interactions
3. Symmetries of strong interactions
4. The quark model
5. Scattering, production, resonances and reactions in strong interaction physics
6. Gauge theories and Quantum Chromo Dynamics (QCD)
7. Asymptotic freedom of QCD
8. Limiting cases of QCD:
  - Large numbers of colors
  - Heavy-quark symmetry
  - Light-quark masses and chiral symmetry

Literature:

Introductory level:

- W.E. Burcham & M. Jobes, Nuclear and Particle Physics, Pearson Education Limited (Harlow, UK, 1995).
- D. Griffiths, Introduction to Elementary Particles, John Wiley & Sons (New York, NY, 1987).
- I.J.R. Aitchison & A.J.G. Hey, Gauge Theories in Particle Physics, Volume 2, Non-Abelian Gauge Theories: QCD and the Electroweak Theory, Institute of Physics (Bristol, UK, 2004).

Advanced level:

- F. Halzen & A.D. Martin, Quarks and Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics, John Wiley & Sons (New York, NY, 1984).
- K. Huang, Quarks, Leptons & Gauge Fields (2nd edition), World Scientific (Singapore, SG, 1992).
- J.F. Donoghue, E. Golowich & B.R. Holstein, Dynamics of the standard model, Cambridge University Press, (Cambridge, UK, 1992).

Additional literature:

- M.E. Peskin & D.V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Addison Wesley (Reading, MA, 1995).

Comments:

**physics612 Accelerator Physics**  
**We 10-12, SR I, HISKP, Th 12, HS, IAP**  
**Exercises: 1 hr in groups**  
**VANG, WPVANG**

Dozent(en): W. Hillert, R. Maier

Fachsemester: 5-8

Wochenstundenzahl: 3+1

Erforderliche Vorkenntnisse:

Mechanics, Electrodynamics

Inhalt:

Die neuere experimentelle Physik basiert zum Teil auf dem Einsatz von Teilchenbeschleunigern, insbesondere im Bereich der Hochenergiephysik, der Materialforschung und der Erforschung der Substruktur der Atomkerne und der Hadronen. Durch die aktuellen wissenschaftlichen Fragestellungen wurden und werden auch weiterhin ständig gesteigerte Herausforderungen an den Betrieb und die Entwicklung von Teilchenbeschleunigern gestellt, was zum Einsatz modernster Technologien aus einer Vielzahl von physikalischen Bereichen führte (als Beispiele mögen hier der Aufbau einer ca. 27 km langen, fast vollständig supraleitenden Anlage am CERN / Genf oder die Planung eines 1 Angström Röntgenlasers am DESY / Hamburg dienen). Im Zuge dieser Entwicklungen und systematischen Untersuchungen der physikalischen Vorgänge in Beschleunigern entstand die Beschleunigerphysik als eigenständiger Fachbereich der angewandten Physik.

Die vorliegende Vorlesung ist eine Einführung in die Beschleunigerphysik. Sie gibt einen Überblick über die verschiedenen Funktionsweisen unterschiedlicher Beschleunigertypen und führt, neben einer physikalischen Behandlung der wichtigsten Subsysteme (Teilchenquellen, Magnete, Hochfrequenzresonatoren), in die transversale und longitudinale Strahldynamik ein.

More recent experimental physics is partly based on the use of particle accelerators, especially in high energy physics, materials research and exploration of the substructure of atomic nuclei and hadrons. Due to the current scientific questions, more and more demanding challenges have been and still are posed to the operation and development of particle accelerators, thus leading to the use of state-of-the-art high technology taken from a multitude of fields in physics (as examples may be cited the construction of a 27 km, almost entirely superconducting facility at CERN / Geneva or the planning of a 1 Angström X-ray laser at DESY / Hamburg). In the course of these developments and systematic investigation of the physical processes in particle accelerators, particle accelerator physics emerged as a stand-alone field of applied physics.

The present lecture is meant as an introduction into particle accelerator physics. It provides an overview of the various functional principles of different accelerator types and provides, alongside a physical treatment of the most important subsystems (particle sources, magnets, resonant cavities), an introduction into transversal and longitudinal orbit dynamics.

#### Inhaltsverzeichnis / Table of Contents:

- Einführung / Introduction
- Überblick über Beschleunigertypen / Elementary Overview
- Bauelemente von Teilchenbeschleunigern / Subsystems of Particle Accelerators
- Lineare Strahloptik / Linear Beam Optics
- Kreisbeschleuniger / Circular Accelerators

#### Literatur:

H. Wiedemann, Particle Accelerator Physics, Springer 1993, Berlin, ISBN 3-540-56550-7

D.A. Edwards, M.J. Syphers, An Introduction to the Physics of High Energy Accelerators, Wiley & Sons 1993, New York, ISBN 0-471-55163-5

F. Hinterberger, Physik der Teilchenbeschleuniger und Ionenoptik, Springer 1996, Berlin, ISBN 3-540-61238-6

K. Wille, Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen, 2. überarb. und erw. Aufl., Teubner 1996, Stuttgart, ISBN 3-519-13087-4

S. Y. Lee, Accelerator Physics (Second Edition), World Scientific, Singapore 2004, ISBN 981-256-200-1 (pbk)

...

#### Bemerkungen:

Es besteht die Möglichkeit, den Lernstoff durch detaillierte Besichtigungen und praktische Studien an der Beschleunigeranlage ELSA des Physikalischen Instituts zu veranschaulichen und zu vertiefen.

Zu dieser Vorlesung wird ein Script im Internet (pdf-Format, Englisch) zur Verfügung gestellt. (<http://www-elsa.physik.uni-bonn.de/~hillert/Beschleunigerphysik/>)

The opportunity will be offered to exemplify and deepen the subject matter by detailed visits and practical studies at the institute of physics' accelerator facility ELSA.

Accompanying the lecture, a script (pdf-format, english) will be provided on the internet. (<http://www-elsa.physik.uni-bonn.de/~hillert/Beschleunigerphysik/>)

**physics618 Physics of Particle Detectors**  
**Mo 14-16, Tu 12, HS, IAP**  
**Exercises: 1 hr in groups**  
**VANG, WPVANG**

Instructor(s): N. Wermes  
For term nos.: 5 or higher  
Hours per week: 3+1

Prerequisites:

Particle Physics and nuclear physics would be useful but is not a requirement. Some knowledge of electronics.

Contents:

Contents of the Lecture

1. Introduction

The subject of the lecture is the detection of charged and neutral radiation with optimal resolutions in given environments, measurement of momentum, energy and angle, particle type identification, biomedical applications.

Some examples of radiation detectors for fundamental measurements in physics: detectors for B-Anti-B mixing, momentum measurement, secondary vertex detection, heavy ion collisions, hadron-blind, electron-sharp detectors, detectors for LHC, proton decay detectors, neutrino detectors

2. Interaction of Radiation with Matter

Cross Section, Absorption

Interactions of charged particles with matter

Interaction of photons with matter (discussed after chapter 5)

3. Detectors for ionizing particles (ionization detectors)

3.1. Principles of ionisation detectors

3.2. Gas-filled Ionisation Detectors

3.3. Semiconductor Detectors

Readout Techniques

Resolution and Noise

ASIC Chips

Radiation Damage

Imaging Applications

4 Cerenkov-Detektors

5 Transition Radiation Detectors

6 Scintillation Detectors



## 7 Calorimeters

### 7.1 Electromagnetic Calorimeters

### 7.2 Hadron-Calorimeters

#### Literature:

W.R. Leo Techniques for Nuclear and Particle  
Physics Experiments

Springer, paper back , 1996 ~ 70 €

ISBN: 0387572805

K. Kleinknecht Detektoren für Teilchenstrahlung  
Teubner

Gruppen, Particle Detectors

Knoll, Radiation Detection and Measurement

Detectors for Particle Radiation

Cambridge University Press, 1998 ~ 80 \$

ISBN: 0521640326

C. Grupen Teilchendetektoren

BI Wissenschaftsverlag, 1993

D. Green The Physics of Particle Detectors

Cambridge University Press, 2000

T. Ferbel Experimental Techniques in High

Energy Nuclear and Particle Physics

World Scientific Singapore, 1991

G. Lutz Semiconductor Radiation Detectors ~ 100 €

Springer, 1999

ISBN: 3-540-64859-3

L. Rossi, P. Fischer, Pixel Detectors: From Fundamentals to Applications

T. Rohe, N. Wermes Springer, 2006

ISBN: 3-540-28332-3 119 €

G. Knoll Radiation Detection and Measurement

John Wiley, 2000, Neuauflage 2002

Internet Teaching Module: N. Wermes (Bonn), H. Kolanoski (Berlin) 0 €

<http://www.physik2000.uni-bonn.de/>

produced for the project Physik2000 (internet based learning)

#### Comments:

In this lecture the students will learn what the underlying physics of particle and radiation detectors are and how they work. In addition some basic knowledge on electronics and noise in particle detectors are taught.

This lecture is a requirement for students whose main interest is experimental particle physics. It is also useful for students interested in medical imaging detectors.

## physics771 Environmental Physics & Energy Physics

Th 13:30-16, HS 118, AVZ I

Exercises: 1 hr in groups

VANG, WPVANG

Dozent(en): B. Diekmann

Fachsemester: ab 5

Wochenstundenzahl: 2 (mastercourse) bzw 3 diploma course

### Erforderliche Vorkenntnisse:

Vordiplom bzw. Bachelorabschluß, Teilnahme an 'Physikalische Grundlagen der Energieerzeugung' im Wintersemester 2008/9 wäre wünschenswert, ebenso Vorkenntnisse in Thermodynamik

### Inhalt:

A deeper understanding of environmental situation, relation an interdependence from physics (and , if needed, nature or agricultural science) point of view is the aim of the lecture.

After introduction into related laws of nature and after a review of various human activities a detailed description on each field of use, use-improvement strategies and constraints and consequences for environment and/or human health & welfare is given. A brief schedule

( mostly in german, preliminary, lecture language acc. to students demands)

Do 15.10 Einfuehrung Wechselbeziehung Mensch Arbeit Energie Umwelt BD

Do 22.10 Exkursion Bad Honnef AKE Herbsttagung: Das Dersertec- projekt BD

Do 29.1 relevante Messmethoden Fehlerbestimmungen, ggf Versuche BD

Do 5.11 Umwelteinfluesse der Nutzung von Energie BD

Do 12.11 Umweltrelevanz der Nutzung von Energie: fossile Träger BD

Do 19.11 Umweltrelevanz der Nutzung von Energie: Nukleare.. (Radioaktivität) TR (!)

Do 26.11 Umweltrelevanz der Nutzung von Energie: Erneuerbare BD

Do 03.12 Strahlungspyhsikalische Phänomene mit Umweltrelevanz:  
Treibhauseffekt BD

Do 10.12 Atmoshpärenchemische Phänomene mit Umweltrelevanz  
Ozon(löcher) BD

Do 17.12 Umweltrelevanz der Nutzung von Energie: Nukleare.. (Bukl.Reakt....)

Do 7.1 Physik der Sinne : Nase ( Geruchswahrnehmung) NN

Do 14.1 Physik der Sinne : Nase ( Elektronische.. ) Leppert

Do 21.1 Physik der Sinne : Auge ( Funktion ..) BD

Do 28.1 Physik der Sinne : Gehör ( Schall und Lärm) BD

Do 4.2 Resuemme und Vorbereitung SS 10 (Seminar), BD/TR

Do 11.2 Klausur für Master Stud., Abschlußprüfungen für Diplomstudenten BD/TR

### Literatur:

Diekmann,B., Heinloth,K.: Physikalische Grundlagen der Energieerzeugung, Teubner 1997

Heinloth, K., Die Energiefrage, Vieweg 1999

Thorndyke,W., Energy and Environment, Addison Wesley 1976

Schönwiese,C.D., Diekmann,B., Der Treibhauseffekt , DVA 1986

Boeker,E.,von Grondelle,R., Physik und Umwelt,Vieweg, 1997

Bemerkungen:

Die Vorlesung wird als 2 stündige Veranstaltung zuzüglich einer Ergänzungsstunde im unmittelbaren Anschluß angeboten. Die dreistündige Variante ist VANG Vorlesung im Sinne der DPO. Für Diplomstudenten sind regelmäßige Teilnahme und eine erfolgreiche Abschlußexamination verbindlich.

Masterstudenten erhalten 3 creditpoints für regelmäßige Teilnahme an der 2 stündigen Kernvorlesung ( 13.30-15.00) sowie eine erfolgreiche Abschlußexamination.

Ein begleitendes Seminar wird im SS10 (als SANG bzw. 'master'konform) angeboten.

**physics772 Physics in Medicine I: Fundamentals of Analyzing Biomedical Signals**  
**Mo 9, Fr 10-12, SR I, HISKP**  
**Exercises: 1 hr in groups**  
**VANG, WPVANG**

Dozent(en): K. Lehnertz

Fachsemester: 5-8

Wochenstundenzahl: 3+1

Erforderliche Vorkenntnisse:

Vordiplom

Inhalt:

Introduction to the theory of nonlinear dynamical systems

- regularity, stochasticity, deterministic chaos, nonlinearity, complexity, causality, (non-)stationarity, fractals
- selected examples of nonlinear dynamical systems and their characteristics (model and real world systems)
- selected phenomena (e.g. noise-induced transition, stochastic resonance, self-organized criticality)

Time series analysis

- linear methods: statistical moments, power spectral estimates, auto- and cross-correlation function, autoregressive modeling
- univariate and bivariate nonlinear methods: state-space reconstruction, dimensions, Lyapunov exponents, entropies, determinism, synchronization, interdependencies, surrogate concepts, measuring non-stationarity

Applications

- nonlinear analysis of biomedical time series (EEG, MEG, EKG)

Literatur:

- M. Priestley: Nonlinear and nonstationary time series analysis, London, Academic Press, 1988.
- H.G. Schuster: Deterministic chaos: an introduction. VCH Verlag Weinheim; Basel; Cambridge, New York, 1989
- E. Ott: Chaos in dynamical systems. Cambridge University Press, Cambridge UK, 1993
- H. Kantz, T. Schreiber T: Nonlinear time series analysis. Cambridge University Press, Cambridge UK, 2nd ed., 2003
- A. Pikovsky, M. Rosenblum, J. Kurths: Synchronization: a universal concept in nonlinear sciences. Cambridge University Press, Cambridge UK, 2001

Bemerkungen:

Beginning: Mo, Oct 12, 9:00 ct

**physics619 Applied Photonics**  
**Tu 11, Th 8-10, HS, IAP**  
**Exercises: 1 hr in groups**

Instructor(s): F. Vewinger  
For term nos.: 5 or higher  
Hours per week: 3+1

Prerequisites:

Introductory courses in optics and electrodynamics

Contents:

The course „Applied Photonics“ provides an introduction into the modern optics in which the photons play – in close analogy to the electrons in electronics – the key role. Like in electronics one first needs to know which components exist that can be used to build complete systems. Thus in the first part of the course light sources, optical parts for manipulation of light, optical waveguides, and detectors will be presented in detail. In the second part of the course, from a physical perspective applications will be highlighted that are related to light and information, optical metrology, and optical material processing. Some examples that will be addressed are telecommunication networks, laser radar, and medical applications. The overall goal of the course is to enable its participants to solve on their own in a creative way a broad range of problems employing photonics.

Literature:

A. Yariv, P. Yeh, "Photonics", Oxford University Press, 6th Edition, 2006, ISBN 019517946-3, ca. 57 €

B. E. A. Saleh, M. C. Teich, „Fundamentals of Photonics“, 2007, ISBN 0471358320, ca. 110 €

J. W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics", Roberts & Co Publishers, 3rd Edition, 2005, ISBN 0974707724, ca. 60 €

D. Meschede, "Optics, Light, and Lasers", 2nd Edition, ISBN 352740628X, 75 €

F. Träger (Editor), "Handbook of Lasers and Optics", Springer, 2007, ISBN 0387955798, ca. 270 €

Comments:

The course is ideally suited for Bachelor students of semester 5 or higher as well as for Diploma students with interest in optics.

**physics639 Advanced Topics in High Energy Particle Physics**  
**Di 10-12, Mi 9, SR II, HISKP**  
**Exercises: 1 hr in groups**

Instructor(s): M. Cristinziani  
For term nos.: Master or PhD studies  
Hours per week: 3

Prerequisites:  
physics611 Particle Physics

Contents:  
This new lecture will complement the existing courses in particle physics covering the currently data-taking particle physics experiments: the B factories and top quark physics at Tevatron and the LHC.

Literature:  
Will be given during the lecture

Comments:  
Course is suitable for master and PhD students

**physics711 Particle Astrophysics and Cosmology**  
**Mo 12-14, HS, IAP, We 8-10, SR I, HISKP**  
**Exercises: 1 hr in groups included**

Instructor(s): M. Kowalski  
For term nos.: 7  
Hours per week: 3+1

Prerequisites:

Contents:

Observational Overview [/?]  
Metric & Geometry of Space-Time  
Thermal History of the Universe  
Primordial Nucleosynthesis  
Cosmic Microwave Background (CMB)  
Inflation  
Structure formation & Neutrino masses  
Dark matter (Candidates and detection methods)  
Dark Energy  
Mass, evolution and burning of stars  
Solar neutrinos  
White dwarfs and neutron stars  
Core Collapse Supernovae (including Neutrinos from SN1987A)  
Gamma-Ray Bursts  
Cosmic ray observations  
Particle acceleration mechanisms  
Potential Sources of high energy cosmic rays  
Gamma ray observations  
High energy neutrino observations

Literature:

- Bergstroem & Goobar, Cosmology and Particle Astrophysics (2003)
- Astroparticle Physics, Grupen, Springer (2005)
- Particle Astrophysics, Perkins, Oxford (2003)
- Weinberg, Cosmology, Oxford Press (2008) – detailed
- Paacock, Cosmological Physics, Cambridge Press (1999) – detailed
- Kolb & Turner, The early Universe, Westview Press (1994)– detailed
- Schneider, Extragalactic Astronomy & Cosmology – introduction
- Stanev, High Energy Cosmic Rays, Springer (2004) – detailed

Comments:



**physics754 General Relativity and Cosmology**  
**Th 9, Fr 8-10, HS, HISKP**  
**Exercises: 2 hrs in groups**

Dozent(en): S. Förste

Fachsemester: from 5th

Wochenstundenzahl: 3 + 2

Erforderliche Vorkenntnisse:

Theoretical Physics I and II

Basic Lectures in Mathematics

Inhalt:

Special Relativity (Recap)

Riemannian Geometry

Einstein's Equation

Linearised Gravity

Gravitational Collapse and Black Holes

Cosmology

Literatur:

H. Stephani: General Relativity (Cambridge University Press), also available in German from publisher DVV

L.D. Landau and E.M. Lifshits: Course of Theoretical Physics, Volume 2: Classical Theory of Fields (Butterworth-Heinemann), also available in German from publisher Harry Deutsch

P.K. Townsend: Black Holes, arXiv:gr-qc/9707012

Bemerkungen:

**physics758 Quantum Chromodynamics**  
**Th 8, Fr 10-12, HS, HISKP**  
**Exercises: 2 hrs in groups**

Instructor(s): H.-W. Hammer  
For term nos.: 6 and higher  
Hours per week: 3+2

Prerequisites:

Quantum Mechanics I+II

Contents:

1. Introduction: Elements of Quantum Field Theory and motivation for Quantum Chromodynamics (QCD)
2. Foundations of QCD: Yang-Mills fields, instanton solutions, quantization,...
3. Perturbative QCD: Diagrammatic techniques, gauge fixing, regularization and renormalization, running coupling constant,...
4. Nonperturbative QCD: Symmetries, lattice formulation, quark hadron duality, large- $N_c$  expansion, confinement, QCD phase diagram,...

Literature:

A. Smilga; Lectures on Quantum Chromodynamics (World Scientific 2001)  
M.E. Peskin, D.V. Schroeder; An Introduction to Quantum Field Theory (Westview Press 1995)  
S. Weinberg; The Quantum Theory of Fields, Vol. II (Cambridge University Press 1995)  
J.F. Donoghue et al.; Dynamics of the Standard Model (Cambridge University Press 1995)  
F.J. Yndurain; The Theory of Quark and Gluon Interactions (Springer 2006)

Comments:

This course gives a broad introduction into the fundamental theory of the strong interaction: Quantum Chromodynamics.

An elementary understanding of quantum field theory is useful but the main concepts will be reviewed in the introductory section of the lecture.

**6801**      **Colliderphysik / Collider Physics (D/E)**  
**Tu 12, Fr 14-16, HS I, PI**  
**Exercises: 2 hrs in groups**

Instructor(s):      M. Drees  
For term nos.:      7 and higher  
Hours per week:    3

Prerequisites:

Basic knowledge of the Standard Model of particle physics. Special theory of relativity. Enough quantum field theory to understand Feynman graphs, and how to calculate matrix elements from them.

Contents:

Why do we need colliders?  
Relativistic kinematics.  
Simple reactions at  $e^+ e^-$  colliders.  
QCD: jets.  
Hadron colliders: Parton distribution functions.  
Simple reactions at hadron colliders.  
Introduction to Monte Carlo methods.  
Event generators.  
The hierarchy problem: Why something should happen at the TeV scale.  
Finding new particles at hadron colliders.

Literature:

Barger and Phillips, 'Collider physics', is still the best introduction into the field.  
Peskin and Schroeder, 'Quantum Field Theory', is a relatively application-oriented introduction to QFT.  
Aitchison and Hey, 'Gauge theories in particle physics: a practical introduction', for an introduction into the Standard Model.  
Drees, Godbole and Roy, 'Theory and Phenomenology of Sparticles', as well as  
Baer and Tata, 'Weak Scale Supersymmetry: From superfields to scattering events', for introductions to supersymmetric extensions of the Standard Model.

Comments:

This class is intended for both experimenters and theorists. It will be given in English.

**6802 Chaos und Integrabilität in mesoskopischer Physik**  
**Th 16-18, SR II, HISKP**

Dozent(en): O. Zaitsev  
Fachsemester: ab 5. Semester  
Wochenstundenzahl: 2

Erforderliche Vorkenntnisse:

Basiskonntnisse der klassischen und Quantenmechanik

Inhalt:

Hamiltonsche dynamische Systeme, die prinzipiell durch keine Trennung der Variablen integrierbar sind, werden als nicht integrabel, im Extremfall als chaotisch bezeichnet. Auswirkungen der chaotischen klassischen Dynamik in Quantenmechanik lassen sich am Besten mit Hilfe semiklassischer Näherung analysieren. Semiklassische Methoden finden insbesondere bei mesoskopischen Systemen ihre Anwendung, wo die de-Broglie-Wellenlänge klein im Vergleich zur mittleren freien Weglänge sein kann. In diesem Kurs werden Grundlagen der semiklassischen Theorie und ihre Anwendungen in mesoskopischer Physik eingeführt. Folgenden Themen wird voraussichtlich nachgegangen:

integrable und nicht integrable Systeme;

Chaos und KAM-Theorem;

semiklassische Näherung (WKB);

semiklassische Spurformel für die Zustandsdichte;

Billards und ihre Anwendungen: Quantenpunkte, optische Resonatoren, Andreev-Billards (Quantenpunkte mit supraleitenden Kontakten);

Transport durch chaotische Quantenpunkte (Landauer-Formel, schwache Lokalisierung);

Einbeziehung der Spin-Bahn-Wechselwirkung in die semiklassische Näherung;

Zufallsmatrix-Theorie u.a.

Literatur:

M. Brack and R. K. Bhaduri, Semiclassical Physics (Westview, 2003)

M. Tabor, Chaos and Integrability in Nonlinear Dynamics: An Introduction (Wiley, 1989)

F. Haake, Quantum Signatures of Chaos (Springer, 2004)

A. J. Lichtenberg and M. A. Leiberman, Regular and Chaotic Dynamics (Springer, 1992)

S. Datta, Electronic Transport in Mesoscopic Systems (Cambridge, 1995)

Bemerkungen:

6804

## Experimental Particle Physics

Tu 13:00h - 16:00h

Uni Köln, Institut für Kernphysik, Zülpicher Str. 77, Bibliothek

Dozent(en): K. Desch

Fachsemester: 7+

Wochenstundenzahl: 3+1

### Erforderliche Vorkenntnisse:

Bachelorcourse "Nuclear and Particle physics" recommended (but not mandatory)

### Inhalt:

#### 1. Concepts and Tools

- Fixed Target and colliding beams, Luminosity
- Relativistic kinematics, two-body decay
- Fermi's Golden rule
- Mandelstam variables and crossing
- Lorentz invariant phase space
- Cross-section, lifetime (advanced representation), scattering length
- Three-body decays (Dalitz plot)

#### 2. Accelerators, Experiments and Detectors

- Techniques: Bethe-Bloch formula, photon cross-sections (physics of detectors)
- Details of accelerators and colliders (accelerator physics)

#### 3. Electromagnetic Interactions

- Lagrange density, gauge principle
- Feynman Diagrams as symbolic notations, higher order diagrams, scattering rate
- Structure of electromagnetic interaction and currents, ex. of reactions, Bhabha, Moeller, etc.
- Current precision tests: (g-2) experiments (e and  $\mu$ )

#### 3. Hadrons

- Experimental discoveries
- Spectrum, characterisation (Quantum numbers ...)
- SU(3)-classification, multiplets
- Light meson/baryon spectroscopy (exp.methods and results)
- Heavy mesons (discovery, quarkonium-spectrum)

#### 3. Strong Interactions (between Quarks and Gluons)

- Evidence for colour
- Jets and gluon discovery
- QCD, confinement and asymptotic freedom, renormalization
- Experimental tests of QCD ( $\alpha_s$ , running, gluon spin, non-Abelian nature, chiral symmetry)

#### Structure of Hadrons, scattering

- Lepton-nucleon scattering, Structure Function, Scaling violations

#### 4. Interactions and Symmetries, Conservation Laws

- Discrete and continuous symmetries (Noether theorem)
- Spin and isospin
- P (Wu exp.), CP (only Cronin-Fitch Exp), T and CPT
- CP violation in K, B system

#### 5. Weak Interactions

- Beta decay: V-A structure
- 4-fermion interaction and relation to GWS model
- and W-decay

- Neutral currents
- Neutrino masses and oscillations
- 6. (Electro)-Weak Interactions and the Standard Model of Particle Physics
- Spontaneous symmetry breaking and the Higgs mechanism
- The Standard Model for leptons, lepton universality
- The Standard Model for quarks
- Measurements of  $m_W$  and  $m_Z$ , Z width, number of families
- Experimental tests of the Standard Model (forward-backward asymmetries,  $\sin^2\theta_W$ )
- Higgs search experiments
- Experimental determination of CKM matrix elements
- B mixing and oscillations

Literatur:

D. Griffiths, Introduction to elementary particles  
D.H. Perkins, Introduction to high energy physics  
F.Halzen, A.D.Martin, Quarks and Gluons  
B.R.Martin, G.Shaw, Particle Physics

Bemerkungen:

**physics719 BCGS Intensive Course: Particle Physics at the Energy Frontier  
block course, 28.09 - 3.10.  
Raum 300, PI**

Instructor(s): E. von Törne  
For term nos.: 7 or higher  
Hours per week: 2+1

Prerequisites:

introductory lecture in particle physics or similar preparations

Contents:

Topics:

- Introduction to Particle Physics
- Hadron Collider Physics
- Higgs bosons and other heavy particles
- Statistics and Discoveries: How to discover a new particle species?

Literature:

will be provided.

Comments:

Full-Day workshop from 28.09 - 03.10 with lectures and hands-on exercises. This course is open to all students.

Language: English or German at the discretion of the audience. Students interested in master credit will give a seminar talk (see also the module handbook: <http://tiny.iap.uni-bonn.de/mhb/mhb.php?stg=MSPHYSIK&modulteil=physics719>)

**physics651 Seminar on Current Topics in Experimental Particle Physics**  
**Mo 11-13, Zi. 300, PI**  
**SEXP, WPSEXP**

Dozent(en): K. Desch, J. Kroseberg, E. von Törne, N. Wermes u.M.

Fachsemester: ab 7.

Wochenstundenzahl: 2

Erforderliche Vorkenntnisse:

Elementarteilchenphysik / Particle Physics

Inhalt:

Topics for the complex

Physics and Detectors at Hadron Colliders

Detection Techniques and Detectors

Higgs Physics

Physics of the Top-Quark

Supersymmetry Searches

Extra Dimension Phänomene

Literatur:

will be distributed

Bemerkungen:

Seminar will be in English or German or mixed, depending on attendance



**physics652 Seminar on Recent Topics in Optics and Light-Matter Interaction**  
**Tu 14-16, HS, IAP**  
**SANG, SEXP, WPSEXP**

Dozent(en): M. Fiebig, E. Soergel, M. Weitz

Fachsemester: 5. und höher

Wochenstundenzahl: 2

Erforderliche Vorkenntnisse:

Grundkurse Physik im 1.-4. Semester

Inhalt:

Das Seminar hat zwei Ziele: Die tiefere Einarbeitung in Themen, die dicht an aktueller Forschung auf dem Gebiet der Angewandten Optik und der Wechselwirkung von Licht mit Materie liegen und außerdem die praktische Übung der Erstellung und Präsentation exzellenter Vorträge. Bei einer Vorbesprechung stellen die Betreuer Themen vor, aus denen sich die aktiven Teilnehmer des Seminars je eins auswählen.

Hinweis: Frühbucher können sich schon jetzt Themen aus der unten stehenden Liste aussuchen.

Dazu stellen die Betreuer dann Literatur sowie Tipps und Hilfsmittel zur Literaturbeschaffung zur Verfügung. Nach einer Einarbeitung in das Gebiet werden dann Aufbau und Struktur des Vortrags mit dem Betreuer diskutiert. Es folgt eine Besprechung der erstellten Präsentationsfolien. Dann wird der Vortrag in dem Seminar präsentiert. Neben den aktiven Teilnehmern können dazu gern weitere Studierende kommen. Die Vortragsdauer soll 45-60 Minuten betragen. Im Anschluss an den Vortrag findet eine fachliche Diskussion statt. Es folgt ein zweiter Teil der Diskussion, bei dem nur die aktiven Teilnehmer des Seminars anwesend sind. Dabei wird der Vortrag im Hinblick auf technische Aspekte der Präsentation analysiert. Nach dem Vortrag wird dann noch eine Kurz-Zusammenfassung des behandelten Themas erstellt und im Internet veröffentlicht. Vorträge können auf Deutsch oder auf Englisch gehalten werden.

Die Vorbereitung des Vortrags ist arbeitsintensiv. Es wird dringend geraten, bereits am Anfang des Semesters unmittelbar nach der Wahl eines Themas mit der Einarbeitung in die Materie zu beginnen.

Die Vorbesprechung mit der Ausgabe der Themen findet am Dienstag, dem 20. Oktober um 14:15 Uhr im Hörsaal des IAP statt. Interessierte Studierende können sich aber auch schon gern vorher bei Betreuern zur Vergabe eines Vortragsthemas melden.

In diesem Semester stehen voraussichtlich unter anderem folgende Themen zur Auswahl:

- Die Physik von Neutronensternen im Labor: Atomare Fermigase (M. Weitz)
- Künstliche Festkörper: Optische Gitter (M. Weitz)
- Licht langsamer als ein Radfahrer: Dunkelzustände und elektromagnetisch induzierte Transparenz (M. Weitz)
- Atome im Gleichschritt: Atomlaser und Experimente zur Kohärenz von Bose-Einstein-Kondensaten (M. Weitz)
- Metamaterialien: Künstliche Kristalle mit erstaunlichen optischen Eigenschaften (M. Fiebig)
- Ultraschnelle Magnetisierungsprozesse mit Licht sichtbar gemacht (M. Fiebig)

- Datenspeicherung in neuem Licht: Laseroptische Abbildung von Domänen in Ferroika (M. Fiebig)
- Zwei in einem: Multiferroika als Materialien mit magnetischer und elektrischer Ordnung (M. Fiebig)
- Optischer Schaden: was ist das und wie wird man ihn los? (E. Soergel)
- Anwendungen ferroelektrischer Domänen: vom Datenspeicher zur Frequenzverdopplung (E. Soergel)
- Durchstimmbares Laserlicht: optisch parametrische Oszillatoren (E. Soergel)

-----  
 The seminar has two goals: To provide in-depth knowledge about selected actual topics in the field of applied optics and the interaction of light with matter and to provide practical training in preparing and presenting excellent talks. During the first meeting the organizers will present a list of topics from which each active participant of the seminar can select one.

Hint: Early birds can already contact the organizers during the lecture free time and select one topic.

For each topic literature will be provided. Starting with this material the active participants of the seminar will familiarize themselves with the content. This will be done by discussions as well as by further literature search. Based on the accumulated knowledge an outline for each talk will be made and finally the viewgraphs will be prepared. Then the talk will be presented in the seminar. Typical duration of the talk is 45-60 minutes. After the talk there will be a discussion about the content. And, as a second part of the discussion, technical issues of the talk will be analyzed. Finally, a short written summary of the talk will be prepared and posted in the internet. Talks can be given in German or English.

Preparation of the talk is a serious amount of work. It is highly recommended to start already at the beginning of the lecture time to familiarize yourself with the content.

A first meeting will take place Tuesday, October 20, in the IAP lecture hall at 2:15 p.m. However, students can contact the organizers in advance for their assignment to a topic.

This term at least the following topics are available:

- The physics of neutron stars in the lab: atomic Fermi gases (M. Weitz)
- Artificial solids: optical lattices (M. Weitz)
- Light slower than a bike rider: dark states and electromagnetically induced transparency (M. Weitz)
- Atom laser and experiments on the coherence of Bose-Einstein condensates (M. Weitz)
- Metamaterials: Artificial crystals with exciting optical properties (M. Fiebig)
- Ultrafast magnetization processes visualized by light (M. Fiebig)
- Data storage in a new light: laseroptical imaging of domains in ferroics (M. Fiebig)
- Two in one: multiferroics as materials with simultaneous magnetic and electric order (M. Fiebig)
- Optical damage: what it is and how to get rid of it! (E. Soergel)

- Applications of ferroelectric domains: between data storage and frequency conversion (E. Soergel)
- Tunable laser light: optical parametric oscillators (E. Soergel)

Literatur:

wird individuell bei der Themenvergabe besprochen

will be provided on an individual basis

Bemerkungen:

**physics653 Seminar on Current Experiments in Quantum Control and Information Technology**  
**Tu 14-16, Konferenzraum, IAP**  
**SANG, SEXP, WPSEXP**

Instructor(s): D. Meschede, F. Vewinger, A. Widera  
For term nos.: 5th and higher  
Hours per week: 2

Prerequisites:

Basic lectures physics I-IV

Contents:

The seminar will convey basics and current state-of-the-art in experiments for quantum control and information technology. The first presentations are dedicated to the foundations of quantum physics and the principles of quantum information science. Then, different paradigms and physical implementations of quantum control and information processing will be discussed in the second part of the semester.

Starting from initial literature (will be provided) further literature research will be done and a first outline will be drafted. Based on this, the final presentation (30 to 45 min) will be prepared and discussed with the adviser. The presentation will be given in the seminar, followed by a scientific discussion.

Topics are:

Foundations and Protocols of quantum technology

1. Atom-light interaction - Bloch equations and Single qubit gates
2. Entanglement - A resource for Quantum Engineering
3. Paradigms of quantum computing - Quantum gates, one-way schemes and Quantum Cellular Automata
4. Detecting a bomb without seeing it - Measurements in the Quantum World (QND and Hardy's paradox)
5. Quantum protocols - Deutsch-Josza Algorithm and more

Experimental implementations

6. Photon based systems - Entanglement, Cryptography and efficient quantum computation
7. Neutral atom based systems - Entanglement in optical lattices
8. Ion based systems - Cirac-Zoller quantum gate
9. Solid state based systems - Qubits in NMR, Superconductors and diamond

---

Das Seminar soll Grundlagen und den aktuellen Forschungsstand von Experimenten zu Quantenkontrolle und zur Quanteninformationsverarbeitung vermitteln. Die ersten Vorträge behandeln die Prinzipien der Quantenphysik und der darauf basierenden Informationsverarbeitung. Die darauf folgenden Vorträge befassen sich mit verschiedenen experimentellen Realisierungen von Quantenkontrolle und Quanteninformationsverarbeitung.

Ausgehend von erster Literatur (wird zur Verfügung gestellt) und eigener Literaturrecherche soll eine erste Gliederung entworfen werden. Damit wird die eigentliche Präsentation (30 bis 45 min) erstellt und mit dem Betreuer besprochen. An den Vortrag, der im Seminar gehalten wird, schliesst sich eine wissenschaftliche Diskussion an.

Die Themen sind:

## Grundlage und Protokolle der Quanteninformationsverarbeitung

1. Atom-Licht Wechselwirkung - Bloch Gleichungen und Ein-Qubit Gatter
2. Verschränkung - Eine Ressource für die Erzeugung von Quantenzuständen
3. Paradigmen für Quantencomputer - Quanten Gatter, Ein-Weg Schema und Quanten-Zellularautomaten
4. Wie detektiert man eine Bombe ohne sie zu sehen? - Messungen in der Quantenwelt (QND und Hardys Paradoxon)
5. Quanten Protokolle - Deutsch-Josza Algorithmus und mehr

## Experimentelle Implementierungen

6. Photon basierte Systeme - Verschränkung, Kryptographie und effiziente Quantenrechnungen
7. Neutralatom basierte Systeme - Verschränkung in optischen Gittern
8. Ionen basierte Systeme - Cirac-Zoller Quantengatter
9. Festkörper basierte Systeme - Qubits in NMR, Supraleitern und Diamanten

## Literature:

Will be issued on an individual basis

Wird individuell besprochen

## Comments:

**physics654 Seminar on Topological Effects in Quantum Field Theory**  
**Tu 14-16, SR II, HISKP**  
**STHE, WPSTHE**

Instructor(s): B. Kubis, U. Meißner, A. Rusetsky  
For term nos.: 7 and higher  
Hours per week: 2

Prerequisites:

Quantum Mechanics I+II; Quantum Field Theory

Contents:

The seminar is devoted to the study of topological aspects of quantum field theory. In particular, we plan to address the following issues:

1. Solitons and instantons
2. Quantization of classical extended solutions
3. Wess-Zumino-Witten term
4. Theta-vacua
5. Anomalies and the U(1) problem
6. Berry phase

Literature:

- R. Rajaraman, An introduction to solitons and instantons in quantum field theory, North Holland (1982)
- K. Huang, Quarks, Leptons and Gauge Fields, World Scientific (1982)
- M.E. Peskin and D.V. Schroeder, An introduction to quantum field theory, Addison-Wesley (1995)
- M.V. Berry, The geometric phase, Scientific American 259 (6) (1988) 26

Comments:

Seminar held in English or German, at the discretion of the participants

**physics655 Seminar on AdS/CFT Correspondence in Particle Physics and Condensed Matter**  
**Mo 16-18, HS I, PI**  
**STHE, WPSTHE**

Instructor(s): S. Förste, A. Klemm, J. Kroha, A. Rosch (Köln), M. Zirnbauer (Köln)  
For term nos.: from 7th  
Hours per week: 2

Prerequisites:

GR, QFT

Contents:

1. General Relativity and black holes (Einstein's field equations, Schwarzschild solution, Hawking radiation)
2. General relativity with negative cosmological constant (anti-de Sitter (AdS) space, black holes in AdS, Penrose diagram, reparametrizations)
3. The limit of large  $N$  in solid state physics (mean field equations, slave particles)
4. The matrix-large  $N$  limit (random matrix theory, planar diagrams)
5. Strings and dualities in pictures
6. emergent Gauge theory in solid state physics (nematics as  $Z_2$  Gauge theories)
7. Quantum phase transitions ( $\Phi^4$  models, Landau-forbidden QCPs, some exotic experiments)
8. The holographic principle: a receipt for calculating correlation functions I (matching field and operators, scaling dimensions)
9. The holographic principle: a receipt for calculating correlation functions II (finite temperatures and black holes)
10. The Maldacena duality (supersymmetric  $N=4$  Yang-Mills theory is dual to type IIB string theory)
11. applied AdS-CMT: hydrodynamics (<http://arxiv.org/abs/0706.3215>)
12. applied AdS-CMT: optical conductivity
13. applied AdS-CMT: Langevin equations
14. applied AdS-CMT: exotic Fermi surfaces

Literature:

O. Aharony et al, Phys.Rept.323:183-386,2000, hep-th/9905111

S.A. Hartnoll, arXiv:0903.3246

see also: <http://adscmt-m09.wikispaces.com/>

and many others to be given in the seminar

Comments:

first meeting (preliminary discussion and organisation) 19 October in Bonn and Cologne (Video conference)

Talks will take place alternating in Bonn and Cologne



**physics656 Computer-Theoretikum und -Seminar über Analyse biomedizinischer Signale /  
Computational Physics Seminar on Analyzing Biomedical Signals (D/E)  
Mo 14-16, SR II, HISKP  
SANG, WPSEXP**

Dozent(en): K. Lehnertz, B. Metsch

Fachsemester: 5-8

Wochenstundenzahl: 2+1

Erforderliche Vorkenntnisse:

Vordiplom, basics of programming language (e.g., Fortran, C, C++, Pascal)

Inhalt:

Contents:

- time series: chaotic model systems, noise, autoregressive processes, real world data
- generating time series: recursive methods, integration of ODEs
- statistical properties of time series: higher order moments, autocorrelation function, power spectra, correlation function
- state-space reconstruction (Takens theorem)
- characterizing measures: dimensions, Lyapunov-exponents, entropies, testing determinism (basic algorithms, influencing factors, correction schemes)
- testing nonlinearity: making surrogates, null hypothesis tests, Monte-Carlo simulation
- nonlinear noise reduction
- measuring synchronisation and interdependencies

Literatur:

- H. Kantz, T. Schreiber T: Nonlinear time series analysis. Cambridge University Press, Cambridge UK, 2nd ed., 2003
- A. Pikovsky, M. Rosenblum, J. Kurths: Synchronization: a universal concept in nonlinear sciences. Cambridge University Press, Cambridge UK, 2001
- WH. Press, BP. Flannery, SA. Teukolsky, WT. Vetterling: Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press
- see also: <http://www.mpiPKS-dresden.mpg.de/~tisean/> and <http://www.nr.com/>

Bemerkungen:

Location: Seminarraum II, HISKP

Time: Mo 14 - 16 and one lecture to be arranged

Beginning: Mo October 12

**6825 Laboratory in the Research Group  
(specifically for members of BIGS)  
General introduction at the beginning of the term, see special announcement**

Dozent(en): Dozenten der Physik

Fachsemester: 5. term and on

Wochenstundenzahl: 30

Erforderliche Vorkenntnisse:

Two years of physics studies (Dipl., B.Sc.)

Inhalt:

Practical training/internship in the research group can have several aspects:

- setting up a small experiment
- testing and understanding the limits of experimental components
- simulating experimental situations

Literatur:

Will be given individually

Bemerkungen:

The minimum duration is 30 days, or 6 weeks. Projects are always available. In order to obtain credit points, a report (3-10 pages) is required. No remuneration is paid for this internship.

**6842           Praktikum in der Arbeitsgruppe: Polarisiertes Target / Laboratory in the  
Research Group: Polarized Target (D/E)  
<http://polt05.physik.uni-bonn.de>  
pr, ganztägig, Dauer n. Vereinb., PI**

Dozent(en):           H. Dutz, S. Goertz u.M.

Fachsemester:        7 oder höher

Wochenstundenzahl: 4 Wochen ganztägig

Erforderliche Vorkenntnisse:

Grundlagen in Thermodynamik, Quantenmechanik und Festkörperphysik

Inhalt:

Studenten sollen in 4 Wochen einen Einblick in die Forschungen der Arbeitsgruppe erhalten.

Thema: Forschung und Entwicklung rund ums Polarisierete Target

Einführung in die aktuellen Forschungsaktivitäten der Gruppe als da sind: Entwicklung und Bau spezieller Targetkryostate, Entwicklung neuartiger so genannter 'interner' supraleitender Magnete, Forschung an neuartigen Targetmaterialien und ihre Diagnostik. Es wird die Gelegenheit geboten, ein kleines Forschungsprojekt selber durchzuführen und hierüber der Gruppe zu berichten.

Literatur:

wird gestellt

Bemerkungen:

Das Praktikum soll interessierten Studenten die Möglichkeit zu praktischen Erfahrungen auf dem Gebiet des Polarisierten Festkörpertargets für teilchenphysikalische Experimente bieten.

Depending on the students' preferences the course is given in German or in English.

**6845**      **Praktikum in der Arbeitsgruppe (SiLab): Halbleiterdetektoren und ASIC Chips für Experimente der Teilchenphysik und biomedizinische Anwendungen / Research Internship: Semiconductor Detectors and ASIC Chips for Particle Physics and Biomedical Applications (D/E)**  
**(<http://hep1.physik.uni-bonn.de>)**  
**pr, ganztägig, ca. 4 Wochen, vorzugsweise in den Semesterferien, n. Vereinb., PI**

Dozent(en):            F. Hügging, H. Krüger, E. von Törne, N. Wermes u.M.

Fachsemester:        7 oder höher

Wochenstundenzahl: 4 Wochen ganztägig

Erforderliche Vorkenntnisse:

Vorlesungen über Detektoren und Elektronik

Inhalt:

Research Internship:

Students shall receive an overview into the activities of a research group:

here: Development of Semiconductor Detectors and Micro-Electronics

Literatur:

will be handed out

Bemerkungen:

early application necessary

**6846           Praktikum in der Arbeitsgruppe: Proton-Proton-Kollisionen am LHC / Research Internship: Proton-Proton-Collisions at LHC (D/E)**  
**(<http://hep1.physik.uni-bonn.de>)**  
**pr, ganztägig, ca. 4 Wochen, vorzugsweise in den Semesterferien, n. Vereinb., PI**

Dozent(en):           M. Cristinziani, J. Kroseberg, E. von Törne, N. Wermes u.M.

Fachsemester:        7 oder höher

Wochenstundenzahl: 4 Wochen ganztägig

Erforderliche Vorkenntnisse:

Vorlesungen über Teilchenphysik

Inhalt:

Studenten sollen in 4 Wochen einen Einblick in die Forschungen der Arbeitsgruppe erhalten.

Thema: Analyse von Daten an Experimenten der Hochenergiephysik (ATLAS,D0)

Ablauf (abhängig von der Anzahl der Interessenten, siehe unten):

1. Woche: Vorträge von Mitgliedern der Arbeitsgruppe an die Studenten

2. Woche: Vorträge der Studenten über das zu bearbeitende Thema nach Einarbeitung

1.+ 2. Woche Einarbeitung

ab 2. Woche bis 4. Woche: Durchführung eines kleinen Projektes

Literatur:

wird gestellt

Bemerkungen:

Langfristige Anmeldung ist erforderlich, bei

Prof. Wermes, Prof. von Törne

Der oben skizzierte Ablauf ist erst ab 5 Studenten möglich. Bei Einzelteilnehmern

erfolgt eine Einbindung in die Arbeitsgruppe mit einer kleineren speziellen Aufgabe.

weitere Ansprechpartner: Dr. J. Kroseberg, Dr. M.A. Pleier, Dr. M. Cristinziani

**6848      Praktikum in der Arbeitsgruppe: Detektorentwicklung und Teilchenphysik an einem Elektron-Positron-Linearcollider / Laboratory in the Research Group: Detector Development and Particle Physics at an Electron-Positron Linear Collider (D/E)**  
**pr, ganztägig, ca. 4 Wochen n. Vereinb., vorzugsweise in den Semesterferien, PI**

Dozent(en):            K. Desch u.M.

Fachsemester:        7 und höher

Wochenstundenzahl: 4 Wochen ganztägig

Erforderliche Vorkenntnisse:

Vorlesungen über Teilchenphysik

Inhalt:

In einem 4 wöchigen Praktikum wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben

anhand eines eigen kleinen Projektes einen Einblick in die Arbeitsweise

der experimentellen Hochenergiephysik zu bekommen.

Themen werden bei der Vorbesprechung vereinbart.

Möglichkeiten (Beispiele):

- Simulation von Prozessen am International Linear Collider
- Messungen an einer Zeitprojektionskammer

Literatur:

wird ausgegeben

Bemerkungen:

Eine frühe Anmeldung ist erwünscht bei Prof. Desch, Dr. P. Wienemann oder Dr. J. Kaminski

**6849      Praktikum in der Arbeitsgruppe: Neurophysik, Computational Physics,  
Zeitreihenanalyse  
pr, ganztägig, ca. 4 Wochen, n. Vereinb., HISKP u. Klinik für Epileptologie**

Dozent(en):            K. Lehnertz u.M.

Fachsemester:        6. semester or higher

Wochenstundenzahl: Block course, 4 weeks

Erforderliche Vorkenntnisse:

basics of programming language (e.g. C, C++, Pascal)

Inhalt:

This laboratory course provides insight into the current research activities of the Neurophysics group.

Introduction to time series analysis techniques for biomedical data, neuronal modelling, cellular neural networks. Opportunity for original research on a topic of own choice, with concluding presentation to the group.

Literatur:

Working materials will be provided.

Bemerkungen:

Contact:

Prof. Dr. K. Lehnertz

email: klaus.lehnertz@ukb.uni-bonn.de

**6855      Praktikum in der Arbeitsgruppe: Aufbau und Test optischer und spektroskopischer Experimente, Erstellung von Simulationen / Laboratory in the Research Group: Setup and Testing of Optical and Spectroscopical Experiments, Simulation Programming (D/E)  
pr, ganztägig, Dauer ca. 4-6 Wochen, n. Vereinb., IAP**

Dozent(en):            D. Meschede u.M.

Fachsemester:        ab 5. Semester/3. year of studies

Wochenstundenzahl: 30 days

Erforderliche Vorkenntnisse:

Two years of physics studies

Inhalt:

Practical training in the reserach group can have several aspects:

- setting up a small experiment
- testing and understanding the limits of experimental components
- simulating experimental situations

The minimum duration is 30 days, or 6 weeks.

Literatur:

will be individually handed out

Bemerkungen:

Projects are always available. See our website.



**6856      Praktikum in der Arbeitsgruppe: Vorbereitung und Durchführung optischer und atomphysikalischer Experimente, Mitwirkung an Forschungsprojekten der Arbeitsgruppe / Laboratory in the Research Group: Preparation and conduction of optical and atomic physics experiments, Participation at research projects of the group (D/E)**  
**pr, ganztägig, 2-6 Wochen n. Vereinb., IAP**

Dozent(en):            M. Weitz u.M.

Fachsemester:        ab 5.

Wochenstundenzahl: 2-6 Wochen (ganztägig) nach Vereinbarung

Erforderliche Vorkenntnisse:

Vordiplom, Quantenmechanik-Vorlesung

Inhalt:

Studenten soll frühzeitig die Möglichkeit geboten werden, an aktuellen Forschungsthemen aus dem Bereich der experimentellen Quantenoptik mitzuarbeiten: Ultrakalte atomare Gase, Bose-Einstein-Kondensation, kollektive photonische Quanteneffekte. Die genaue Themenstellung des Praktikums erfolgt nach Absprache.

Literatur:

wird gestellt

Bemerkungen:

Homepage der Arbeitsgruppe:

[http://www.iap.uni-bonn.de/ag\\_weitz/Bonn\\_AG\\_Quantenoptik.html](http://www.iap.uni-bonn.de/ag_weitz/Bonn_AG_Quantenoptik.html)

**6857 Bastelseminar Optik und Atomphysik**  
**pr, Fr 10-12, IAP**  
**Vorbesprechung: 16.10., 10 Uhr, HS, IAP**

Dozent(en): M. Weitz u.M.

Fachsemester: ab 7.

Wochenstundenzahl: 2

Erforderliche Vorkenntnisse:

Optik- und Atomphysik Grundvorlesungen, Quantenmechanik

Inhalt:

Diodenlaser

Optische Resonatoren

Akustooptische Modulatoren

Spektroskopie

Radiofrequenztechnik

Spannungsdoppelbrechung

und vieles mehr

Literatur:

wird gestellt

Bemerkungen:

**physics737 BCGS Intensive Week: Understanding and Building a  
Magneto-optical trap  
22.2.-27.2.2010**

Instructor(s): F. Vewinger, A. Widera  
For term nos.: 7 or higher, PhD students  
Hours per week: 2+1, 4 cps

Prerequisites:

Basic knowledge in Laser physics, Spectroscopy and Quantum Optics

Contents:

The aim of this intensive course is to convey the basics of a magneto-optical trap. Guided by a combination of lectures, seminar talks (based on original publications) and practical training, the participants will set up and operate a magneto-optical trap.

The practical training is divided in five groups, where each set up one component of the experiment (laser systems, frequency stabilization, trapping optics). In the end the components will be combined to trap a cloud of Rubidium atoms, and the characteristics of the trap will be determined.

Literature:

Will be given in the kickoff-meeting

Comments:

Participation is limited to 12 participants, and the place will be distributed first come, first serve, so an early application at <http://www.iap.uni-bonn.de/Photonik/MOTweek/MOTweek.html> is recommended.

**6859**      **Praktikum in der Arbeitsgruppe: Vorbereitung und Durchführung laseroptischer Experimente aus den Gebieten Kristallphysik, Nichtlineare Optik, Wechselwirkung magnetischer und elektrischer Ordnung mit Licht, Dynamik von Magnetisierungsprozessen, Messablaufsteuerung eines Laserlabors / Laboratory internship on laseroptical experiments concerning crystal physics, nonlinear optics, interaction of magnetically or electrically ordered matter with light, magnetization dynamics, data acquisition control of a laser laboratory (D/E)**  
**<http://hikari.hiskp.uni-bonn.de>**  
**pr, ganztägig, Dauer: n. Vereinb. 2-6 Wochen, HISKP**

Instructor(s):            M. Fiebig  
For term nos.:            6 or higher  
Hours per week:        by arrangement, 2-6 weeks in total

Prerequisites:  
About three years of physics studies

Contents:  
Practical training in the reserach group with several scopes:

- setting up a small experiment
- getting a feeling for the difference between textbook and laboratory physics
- learning how to organize an experiment

Literature:  
will be provided

Comments:  
Many topics are available and should be chosen by arrangemant. See the group homepage for a description of our fields of work and possible thesis topics.

**6935 Stars and stellar evolution**  
**Do 9-11, Fr 9, HS Astronomie**  
**Exercises arranged by appointment**

Dozent(en): N. Langer

Fachsemester: ab 5.

Wochenstundenzahl: 2+1 (Lecture) + 2 (tutorial)

Erforderliche Vorkenntnisse:

Introduction to Astronomy

Inhalt:

Stellar structure and physics of stellar interiors

Star formation

Thermonuclear reactions in stars

Pre-main-sequence stars

Main sequence stars

Post-main sequence stellar evolution

End stages of stellar evolution

Stellar pulsation

Binary stars

The effects of stars on their environment

Literatur:

A lecture manuscript will be available.

Additional reading:

R. Kippenhan and A. Weigert, "Stellar Structure and Evolution", Springer 1994, ISBN 3-540-58013-1

K.S. de Boer and W. Seggewiss, "Stars and Stellar Evolution", EDP Sciences,

ISBN 978-2-7598-0356-9

Bemerkungen:

Start: Oct. 22, 2009, 9:00 c.t.

For more details see [http://www.astro.uu.nl/~langer/siu\\_web/sse0910.html](http://www.astro.uu.nl/~langer/siu_web/sse0910.html)

**6940**

**Astronomical interferometry and digital image processing  
Mi 15.30-17, HS 0.02, MPIfR**

Instructor(s): G. Weigelt  
For term nos.: From the first semester  
Hours per week: 2

Prerequisites:

No

Contents:

Wave optics,  
statistical optics,  
astronomical imaging,  
digital image processing,  
astronomical interferometry in the infrared,  
spectro-interferometry,  
infrared interferometry of young stellar objects, stars in late evolutionary stages, and active galactic nuclei

Literature:

J.W. Goodman, Statistical Optics (Wiley Interscience)  
J.W. Goodman, Fourier Optics (McGraw Hill)

Comments:

**6945            Astronomie für Einsteiger**  
**Di 17, HS XII, Universitätshauptgebäude**

Dozent(en):            M. Geffert

Fachsemester:        -

Wochenstundenzahl: 1

Erforderliche Vorkenntnisse:

Keine Vorkenntnisse erforderlich

Die Vorlesung ist gedacht

- für Hörerinnen und Hörer im Studium Universale
- für BachelorstudentInnen anderer Fachrichtungen

Inhalt:

Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in die Astronomie. Hörerinnen und Hörern ohne Vorkenntnisse sollen grundlegende Erkenntnisse der Astronomie vermittelt werden. Die Vorlesung geht über zwei Semester. Im Wintersemester steht die galaktische Astronomie im Vordergrund. Folgende Themen werden behandelt: Grundlagen der Beobachtung, Planetensystem, kleine Planeten, Kometen, Sterne, Entwicklung von Sternen, Aufbau der Galaxis.

Literatur:

wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben!

Bemerkungen:

Zur Vorlesung wird ein Praktikum angeboten, das an drei Abenden stattfinden soll. Termine auf Absprache.

Die Vorlesung beginnt am 13. Oktober mit einer Einführung und einer Vorbesprechung. Die thematischen Vorlesungen fangen am 20. Oktober an.

**6946      Astronomisches Beobachtungspraktikum zur Vorlesung "Astronomie für  
Einsteiger"  
ges. Ankündigung**

Dozent(en):            M. Geffert

Fachsemester:        1

Wochenstundenzahl: 1

Erforderliche Vorkenntnisse:

Teilnahme an der Vorlesung "Astronomie für Einsteiger" oder anderer Einführung in die Astronomie.

Inhalt:

Das Praktikum wird begleitend zu der Vorlesung "Astronomie für Einsteiger" angeboten. Beim Praktikum sollen einige praktische Beobachtungen der Astronomie erlernt werden. Das Praktikum findet an drei Abenden statt. Folgende Themen werden behandelt:

- 1) Astronomie mit Sternkarte und Fernglas
- 2) Lichtkurve von veränderlichen Sternen
- 3) Bestimmung der Astronomischen Einheit

Literatur:

wird bei Praktikumsbeginn angegeben

Bemerkungen:

Das Praktikum findet auf Absprache im Argelander-Institut für Astronomie statt.

Interessenten werden gebeten sich bis zum 1. November schriftlich (Michael Geffert, Argelander-Institut für Astronomie, Auf dem Hügel 71, 53121 Bonn) oder per email (geffert@astro.uni-bonn.de) zu melden.



**6949**      **The physics of dense stellar systems**  
**Di 10-12, R. 3.19**  
**Exercises arranged by appointment**

Instructor(s):      P. Kroupa  
For term nos.:      5. or higher  
Hours per week:    2 (lecture) + 1 (tutorial)

Prerequisites:

Vordiploma or BSc in physics

Contents:

Fundamentals of stellar dynamics: distribution function, collisionless Boltzmann equation, Jeans equations, Fokker-Planck equation, dynamical states, relaxation, mass segregation, evaporation, ejection, core collapse. Formal differentiation between star clusters and galaxies.  
Binary stars as energy sinks and sources.  
Star-cluster evolution.  
Cluster birth, violent relaxation.  
Birth of dwarf galaxies.

Literature:

- 1) Lecture notes will be provided.
- 2) J. Binney, S. Tremaine: Galactic Dynamics (Princeton University Press 1988)
- 3) D. Heggie, P. Hut: The gravitational million-body problem (Cambridge University Press 2003)

Comments:

Aims: To gain a deeper understanding of stellar dynamics, the birth and origin of stellar populations and the fundamental building blocks of galaxies.

This course corresponds to course astro853 in the M.Ap. programme.

Start: Tuesday, 13.10.2009, 10:15

**6950 Numerical gravitational dynamics**  
**Do 14-16, R. 3.19**  
**Exercises arranged by appointment**

Instructor(s): H. Baumgardt, P. Kroupa

For term nos.: 5. and upwards

Hours per week: 2 (lecture) + 1 (tutorial)

Prerequisites:

Vordiploma or BSc in physics

Contents:

Ordered dynamics: the two-body problem and its analytical solution.

Integration of planetary motions.

Collisional dynamics: integration of stellar orbits in star clusters, star-cluster evolution.

Collisionless dynamics: integration of stellar orbits in galaxies, cosmological aspects.

Literature:

1) Lecture notes will be provided.

2) S.J. Aarseth: Gravitational N-body Simulations: Tools and Algorithms (Cambridge University Press, 2003).

Comments:

Aims: familiarisation with the various numerical recipes to solve the coupled 2nd order differential equations as well as with the limitations of these methods.

This course corresponds to course astro854 in the M.Ap. programme.

Start: Thursday 15.10., 14:15

**6952**

**Star formation  
Mi 10-12, HS 0.01, MPIfR**

Instructor(s): B. Parise, J. Jorgensen

For term nos.: 3 and up

Hours per week: 2

Prerequisites:

basic astronomy

Contents:

Introduction to ISM and Star Formation -- Physical processes -- Interstellar Chemistry -- Conditions for star formation: cloud collapse -- Protostellar Evolution -- Low Mass/High Mass Star formation -- Jets and Outflows/Disks -- Shocks, PDRs -- IMF, Global SF -- Starburst Galaxies -- Star formation history of the Universe

Literature:

S. W. Stahler, F. Palla: The Formation of Stars, Wiley 2004

N. Schulz: From Dust to Stars, Springer 2005

Reipurth, Jewitt, Keil (Edts.): Protostars and Planets V. University of Arizona Press 2007.

Comments:

**6953 Quasars and microquasars**  
**Do 9-10.30, HS 0.01, MPIfR**

Instructor(s): M. Massi

For term nos.: 5

Hours per week: 2

Prerequisites:

Contents:

Stellar-mass black holes in our Galaxy mimic many of the phenomena seen in quasars but at much shorter timescales. In these lectures we present and discuss how the simultaneous use of multiwavelength observations has allowed a major progress in the understanding of the accretion/ejection phenomenology.

Lecture 1

Microquasars and Quasars

Definitions

Stellar evolution, white dwarf, neutron star, BH

Lecture 2

Accretion power in astrophysics

Eddington luminosity

Nature of the mass donor: Low and High Mass X-ray Binaries

Accretion by wind or/and by Roche lobe overflow

Mass function: neutron star or black hole ?

Lecture 3

X-ray observations

Temperature of the accretion disc

Spectral states and inner radius

Low/Hard state and radio emission

Magnetohydrodynamic Production of Jets

Quasi Periodic Oscillations (QPO) and spectral states

Lecture 4

Radio observations

Single dish monitoring and VLBI

Superluminal motion

Doppler Boosting

Synchrotron radiation

Transient jet and steady jet

Lecture 5

AGN

Literature:

Comments:

**6954**      **Practical radio interferometry**  
**Mi 13-16, R. 0.05**

Instructor(s):      W. Vlemmings, F. Bertoldi, J. Jorgensen, O. Wucknitz

For term nos.:      from 21th

Hours per week:    3

Prerequisites:

This lecture series is intended for all Master-level or PhD students, postdocs and senior astronomers who are interested to learn more about radio-interferometry. After basic introduction lectures, the course will consist of practical sessions that use several data analysis tools (AIPS, CASA etc.) on example data sets.

Contents:

The lecture will cover basic interferometry and have indepth tutorials on the AIPS, Miriad, CLIC and CASA data reduction packages.

Literature:

Suggested reading:

- Synthesis Imaging in Radio Astronomy II (ASP Conference Series, V. 180, 1998), Editors: Taylor, Carilli, Perley
- Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy (Wiley 2001), by Thompson, Moran, Swenson

Comments:

**6957 Selected applications of general relativity in astrophysics**  
**Mi 10-12, R. 0.05**

Instructor(s): O. Wucknitz

For term nos.:  $\geq 5$

Hours per week: 2

Prerequisites:

Basic methods of theoretical physics. Previous knowledge of special relativity and tensor analysis is beneficial but not strictly required.

Contents:

This lecture gives an introduction into the fundamentals of general relativity. Based on that we will discuss some of the aspects of GR that are relevant for astrophysics. This includes black holes and gravitational waves. Cosmology is the subject of other lectures and will not be covered in detail.

The main goal of this lecture is a good understanding of the concepts and their consequences. Formal mathematics will be emphasised less but used as a tool.

Literature:

Comments:

The agenda is meant to be flexible. If possible, additional topics will be added on request.

**6965 Seminar on theoretical dynamics**  
**Fr 9.30-11, R. 3.19**  
**or arranged by appointment**

Instructor(s): H. Baumgardt, P. Kroupa

For term nos.: 5th and upwards

Hours per week: 2

Prerequisites:

Diplom or BSc in physics.

Contents:

Formation of planetary and stellar systems;

Stellar populations in clusters and galaxies;

Processes governing the evolution of stellar systems.

Literature:

Current research papers and own research.

Comments:

Students and post-docs present the current state of their own research to a critical audience.

Start date: after arrangement

**6966 Seminar on star clusters and dwarf galaxies**  
**Fr 14-16, R. 3.19**

Instructor(s): H. Baumgardt, P. Kroupa

For term nos.: 7. and higher

Hours per week: 2

Prerequisites:

Vordiploma in physics/Bachelor in physics;

The lecture "Stars and Stellar Evolution" (astro811);

The lecture "Astrophysics of Galaxies" (astro821)

Contents:

The newest literature (e.g. papers from the electronic pre-print server) relevant to research on stellar populations, star clusters and dwarf galaxies will be presented and discussed.

Literature:

Latest astro-ph pre-prints, or recently published research papers.

Comments:

The students will be introduced to the newest state of knowledge in the field of star clusters and dwarf galaxy research. They will familiarise themselves with open questions and acquire knowledge on the newest methods in research.

This is course astro893 in the MAp programme.

Start: 16.10.2009



**6968 Seminar on strong gravitational lensing and lens modelling**  
**Fr 16-18, R. 3.19**

Instructor(s): O. Wucknitz

For term nos.:  $\geq 5$

Hours per week: 2

Prerequisites:

basic understanding of astronomy and gravitational lenses in particular

Contents:

Research seminar: current research papers and own projects in strong gravitational lensing and lens modelling

Literature:

Comments:

The format of this seminar is a mixture of more formal presentations and informal discussions.

**6971 Seminar on galaxy clusters**  
**Mi 16-17.30, R. 3.19**

Instructor(s): T. Reiprich

For term nos.: 5 or higher

Hours per week: 2

Prerequisites:

Introduction to Astronomy.

Contents:

The students will report about up to date research work on galaxy clusters based on scientific papers.

Literature:

Will be provided.

Comments:

6972

**IMPRS-Seminar  
Mo 13, HS 0.01, MPIfR**

Instructor(s): A. Zensus, F. Bertoldi, U. Klein, P. Schneider, Eckart (Uni Köln)

For term nos.: Diploma or Master degree required

Hours per week: 1

Prerequisites:

Contents:

The bi-weekly seminar of the International Max Planck Research School (IMPRS) offers the members of the School the opportunity to report on the progress of their PhD work. The topics are of general interest for undergraduate students and include topics such as Active Galactic Nuclei, Star Formation and Stellar Astrophysics, Infrared Astronomy, Theoretical Astrophysics, Cosmology, Fundamental Physics with Radio Astronomical Tools and others.

Literature:

Comments:

The Seminars take place at:

HS 0.01  
Max-Planck-Institut für Radioastronomie  
Auf dem Hügel 69  
Bonn 53121

Every second week, at 13:00 c.t.

The exact schedule can be found at:

[http://www.mpifr-bonn.mpg.de/old\\_mpifr/imprs/program/Seminar\\_2009.htm](http://www.mpifr-bonn.mpg.de/old_mpifr/imprs/program/Seminar_2009.htm)

**6961 Seminar der Astronomie / Astrophysik**  
**Mo 14-15.30, HS, Astronomie**  
**SAST, WPSEXP**

Dozent(en): P. Kroupa, H. Baumgardt, F. Bertoldi, J. Kerp, U. Klein, N. Langer,  
M. Massi, K. Menten, C. Porciani, T. Reiprich, P. Schneider, G. Weigelt,  
O. Wucknitz

Fachsemester: Vordiplom in physics

Wochenstundenzahl: 2

Erforderliche Vorkenntnisse:

Lectures: Introduction to Astronomy I and II.

Inhalt:

Current research papers on astrophysical problems (e.g. planet formation, stellar evolution, star clusters, galaxies, quasars, cosmology).

Literatur:

Current research papers.

Bemerkungen:

The students will learn to hold a formal but pedagogical presentation about a subject of current international research.

Start: 12.10.