

# Kern- und Teilchenphysik

- Kursvorlesung Moderne Experimentalphysik III
- Vorlesung Dienstags und Donnerstags 11:30 - 13:00 Uhr
- Übungen Donnerstags 14:00, 15:45 oder 17:30 Uhr (16 Gruppen)
  - Leitung: Dr. Martin Heck (Martin.Heck@kit.edu)
  - Start: Donnerstag, 24. April
  - Online-Registrierung (bis 22. April, 10 Uhr):
    - <http://www.physik.kit.edu/Tutorium/SS14/Physik6/>
  - Einteilung fertig am Dienstag, 22. April
  - Abgabe der gerechneten Aufgaben jeweils bis Mittwoch 9:45 Uhr
- Webseite der Vorlesung:
  - [https://ilias.studium.kit.edu/goto\\_produkativ\\_crs\\_318855.html](https://ilias.studium.kit.edu/goto_produkativ_crs_318855.html)

- 1. Hors d'œuvre
  - 1.1 Grundbausteine der Materie
  - 1.2 Die fundamentalen Wechselwirkungen
  - 1.3 **Symmetrien und Erhaltungssätze**
  - 1.4 Experimente
  - 1.5 Einheiten

**I Analyse: Bausteine der Materie**

- 2. Globale Eigenschaften der Kerne
  - 2.1 Das Atom und seine Bausteine
  - 2.2 Nuklide
  - 2.3 Parametrisierung der Bindungsenergien
  - 2.4 Ladungsunabhängigkeit der Kernkraft und Isospin
- 3. Stabilität der Kerne
  - 3.1  $\beta$ -Zerfall
  - 3.2  $\alpha$ -Zerfall
  - 3.3 Kernspaltung
  - 3.4 Zerfall angeregter Kernzustände
- 4. Streuung
  - 4.1 Allgemeine Betrachtung von Streuprozessen
  - 4.2 Wirkungsquerschnitt
  - 4.3 Die „Goldene Regel“
  - 4.4 Feynman-Diagramme
- 5. Geometrische Gestalt der Kerne
  - 5.1 Kinematik der Elektronenstreuung
  - 5.2 Der Rutherford-Wirkungsquerschnitt
  - 5.3 Der Mott-Wirkungsquerschnitt
  - 5.4 Formfaktoren der Kerne
  - 5.5 Inelastische Kernanregungen

**+ Kernenergie**

**Povh-Rith-Scholz-Zetsche  
Teilchen und Kerne, Springer 1999**

X Inhaltsverzeichnis

- 6. Elastische Streuung am Nukleon
  - 6.1 Formfaktoren des Nukleons
  - 6.2 Quasielastische Streuung
  - 6.3 Ladungsradius von Pionen und Kaonen
- 7. Tiefinelastische Streuung
  - 7.1 Angeregte Nukleonzustände
  - 7.2 Strukturfunktionen
  - 7.3 Das Partonmodell
  - 7.4 Interpretation der Strukturfunktionen im Partonmodell
- 8. Quarks, Gluonen und starke Wechselwirkung
  - 8.1 Quarkstruktur der Nukleonen
  - 8.2 Quarks in Hadronen
  - 8.3 Quark-Gluon-Wechselwirkung
  - 8.4 Skalenbrechung der Strukturfunktionen
- 9. Teilchenerzeugung in  $e^+e^-$ -Kollisionen
  - 9.1 Erzeugung von Leptonpaaren
  - 9.2 Resonanzen
  - 9.3 Nichtresonante Erzeugung von Hadronen
  - 9.4 Gluonenabstrahlung
- 10. Phänomenologie der schwachen Wechselwirkung
  - 10.1 Leptonen
  - 10.2 Typen der schwachen Wechselwirkung
  - 10.3 Kopplungsstärke des geladenen Stromes
  - 10.4 Quarkfamilien
  - 10.5 Paritätsverletzung
- 11. Austauschbosonen der schwachen Wechselwirkung
  - 11.1 Reelle W- und Z-Bosonen
  - 11.2 Die elektroschwache Vereinheitlichung
- 12. Das Standardmodell

**II Synthese: Zusammengesetzte Systeme**

- 13. Quarkonia
  - 13.1 Wasserstoffatom und Positronium als Analoga
  - 13.2 Charmonium
  - 13.3 Quark-Antiquark-Potential
  - 13.4 Farbmagnetische Wechselwirkung
  - 13.5 Bottonium und Toponium
  - 13.6 Zerfallskanäle schwerer Quarkonia
  - 13.7 Test der QCD aus der Zerfallsbreite

- 14. Mesonen aus leichten Quarks
  - 14.1 Mesonmultipletts
  - 14.2 Massen der Mesonen
  - 14.3 Zerfallskanäle
  - 14.4 Zerfall des neutralen Kaons
- 15. Baryonen
  - 15.1 Erzeugung und Nachweis von Baryonen
  - 15.2 Baryonmultipletts
  - 15.3 Massen der Baryonen
  - 15.4 Magnetische Momente
  - 15.5 Semileptonische Zerfälle der Baryonen
  - 15.6 Wie gut ist das Konstituentenquark-Konzept?
- 16. Kernkraft
  - 16.1 Nukleon-Nukleon-Streuung
  - 16.2 Das Deuteron
  - 16.3 Charakter der Kernkraft
- 17. Aufbau der Kerne
  - 17.1 Das Fermigasmodell
  - 17.2 Hyperkerne
  - 17.3 Das Schalenmodell
  - 17.4 Deformierte Kerne
  - 17.5 Spektroskopie mittels Kernreaktionen
  - 17.6  $\beta$ -Zerfall des Kerns
- 18. Kollektive Kernanregungen
  - 18.1 Elektromagnetische Übergänge
  - 18.2 Dipolschwingungen
  - 18.3 Formschwingungen
  - 18.4 Rotationszustände
- 19. Vielkörpersysteme der starken Wechselwirkung

**A. Anhang**

- A.1 Beschleuniger
- A.2 Detektoren
- A.3 Kopplung von Drehimpulsen
- A.4 Naturkonstanten

Übungsaufgaben  
 Lösungen der Übungsaufgaben  
 Literaturverzeichnis  
 Sachwortverzeichnis

# Literatur

- Teilchen und Kerne; B. Povh, K. Rith, Ch. Scholz, F. Zetsche; 2. Auflage Springer 1999
- Nuclear and Particle Physics; W.S.C. Williams; Clarendon Press, Oxford 1991;
- Hochenergiephysik; D.H. Perkins; Addison-Wesley 1986; inzw. 4. Auflage
- Teilchen und Kerne; H. Frauenfelder und E.M. Henley; Oldenbourg
- A.Das und T.Ferbel, Einf.i.d.Kern- und Teilchenphysik, Spektrum 1995;
- Gerthsen Physik; H.Vogel, Springer 1995
- The Experimental Foundations of Particle Physics, R.N:Cahn & G.Goldhaber, Cambridge Univ. Press 1989
- Particle Physics, B.R.Martin & G.Shaw, Wiley 1997
- Teilchenphysik ohne Beschleuniger, H.V.Klapdor-Kleingrothaus & A.Staudt, Teubner 1995
- Teilchenastrophysik, H.V.Klapdor-Kleingrothaus & K.Zuber, Teubner 1997