

P 10c: Kern- und Elementarteilchenphysik

I. Grundlegende Begriffe

(2 Vorlesungen)

- 1.1. Vorbemerkungen
- 1.2. Absorptionslänge und Wirkungsquerschnitt
- 1.3. Luminosität
- 1.4. Zerfallsbreite und Lebensdauer
- 1.5. Feynmandiagramme

II. Technische Grundlagen

(4 Vorlesungen)

2.1. Wechselwirkung von Teilchen mit Materie

- 2.1.1. Energieverlust geladener Teilchen in Materie
 - 2.1.1.1. Die Bethe-Bloch-Formel
 - 2.1.1.2. Energieverlust von Elektronen
 - 2.1.1.3. Cherenkovstrahlung
 - 2.1.1.4. Übergangsstrahlung
- 2.1.2. Wechselwirkung von Photonen mit Materie
 - 2.1.2.1. Thomson-Streuung
 - 2.1.2.2. Compton-Effekt
 - 2.1.2.3. Paarbildung
 - 2.1.2.4. Photoeffekt
 - 2.1.2.5. Zusammenfassung

2.2. Detektoren

- 2.2.1. Das Zählrohr
- 2.2.2. Szintillationszähler
- 2.2.3. Spurdetektoren
- 2.2.4. Kalorimeter
- 2.2.5. Prinzip von Großdetektoren

2.3. Beschleuniger

- 2.3.1. Vorbemerkungen
- 2.3.2. Beschleunigertypen
- 2.3.3. Strahlführung und Stabilisierung
- 2.3.4. Luminosität
- 2.3.5. Synchrotronstrahlung

III. Elementarteilchen: Quantenzahlen und Symmetrien (5 Vorlesungen)

3.1. Vorbemerkungen

3.2. Empirische Teilchenklassifizierung: Additive Quantenzahlen

- 3.2.1. Bosonen und Fermionen
- 3.2.2. Die elektrische Ladung
- 3.2.3. Die Leptonenzahl
- 3.2.4. Die Baryonenzahl
- 3.2.5. Flavourquantenzahlen
- 3.2.6. Teilchen und Antiteilchen
- 3.2.7. Resümee

3.3. Diskrete Symmetrien und multiplikative Quantenzahlen

- 3.3.1. Eigenparität des Pions
- 3.3.2. Eigenparität von Teilchen und Antiteilchen
- 3.3.3. Paritätsverletzung
- 3.3.4. Ladungskonjugation und C-Parität
- 3.3.5. CP-Invarianz und K^0 -Zerfälle
- 3.3.6. CP-Verletzung
- 3.3.7. T- und CPT-Symmetrie

3.4. Isospin

- 3.4.1. Vorbemerkung
- 3.4.2. Gell-Mann-Nishijima-Formel
- 3.4.3. Isospin-Algebra
- 3.4.4. Zusammensetzung von Isospins

IV. Das Quarkmodell

(3 Vorlesungen)

4.1. Vorbemerkungen

4.2. Leichte Quarks: u, d, s

- 4.2.1. SU(3)-Dekuplett und -Oktett der Baryonen
- 4.2.2. SU(3)-Multipletts der Mesonen
- 4.2.3. Magnetische Momente der Baryonen
- 4.2.4. Die Gell-Mann-und-Okubo-Formel
- 4.2.5. Vorhersage von Wirkungsquerschnitten
- 4.2.6. Ausblick

4.3. Schwere Quarks: c, b, t

- 4.3.1. Quarkonium-Spektroskopie
- 4.3.2. Phänomenologische Bestimmung des Potentials
- 4.3.3. Bestimmung der Quantenzahlen gebundener Zustände
- 4.3.4. Zerfallswinkelverteilungen
- 4.3.5. Hadronische Zerfälle

V. Die tiefunelastische Streuung

(3 Vorlesungen)

5.1. Vorbemerkungen

- 5.1.1. Die Rutherford-Streuung
- 5.1.2. Der Formfaktor

- 5.1.3. Tiefunelastische Streuung
- 5.2. Tiefunelastische e^+e^- -Reaktionen
 - 5.2.1. Eigenschaften der Quarks
 - 5.2.2. Umwandlung von Quarks in Hadronen
- 5.3. Tiefunelastische Lepton-Hadron-Streuung
 - 5.3.1. Elementare Wirkungsquerschnitte
 - 5.3.2. Das Quark-Parton-Modell
 - 5.3.3. Anwendungen des Quark-Parton-Modells

VI. Wechselwirkungen

(4 Vorlesungen)

- 6.1. Grundlagen der Quantenfeldtheorie
- 6.2. Quantenelektrodynamik (QED)
 - 6.2.1. Elektromagnetische Wechselwirkung
 - 6.2.2. Eichinvarianz
 - 6.2.3. Der Aharonov-Bohm-Effekt
- 6.3. Quantenchromodynamik (QCD)
 - 6.3.1. Kopplung von Quarks und Gluonen
 - 6.3.2. Effektive Kopplungsstärke
 - 6.3.3. Messung der Kopplungsstärke
- 6.4. Quantenflavourdynamik (QFD)
 - 6.4.1. Schwache Zerfälle im Quark-Modell
 - 6.4.2. Die CKM-Matrix
 - 6.4.3. Die Eichtheorie der elektroschwachen Wechselwirkung
 - 6.4.4. Entdeckung des W-Bosons
 - 6.4.5. Entdeckung des Z-Bosons

VII. Massen

(3 Vorlesungen)

- 7.1. Das Higgs-Boson
 - 7.1.1. Spontane Symmetriebrechung
 - 7.1.2. Experimentelle Suche
- 7.2. Neutrinomassen und Neutrinooszillationen
 - 7.2.1. Neutrinooszillationen
 - 7.2.2. Solare Neutrinos
 - 7.2.3. Atmosphärische Neutrinos

Literaturangaben:

1. **D.H. Perkins:** *Introduction to High Energy Physics*; Cambridge Univ. Pr. (2000).
2. **C. Berger:** *Teilchenphysik*; Springer (2006).
3. **B. Povh et al.:** *Teilchen und Kerne*; Springer (2009).
4. **W. Demtröder:** *Experimentalphysik 4*; Springer (2002).

5. **W.S.C. Williams:** *Nuclear and Particle Physics*; Clarendon Press (1994).
6. **F. Halzen, A.D. Martin:** *Quarks & Leptons*; Wiley (1984).
7. **O. Nachtmann:** *Elementarteilchenphysik*; Vieweg (1986).