

Fortgeschrittene Experimentalphysik für Lehramtsstudenten

Elizabeth von Hauff, Markus Schumacher

Übungsblatt VIII

Alina Chanaewa, Martin Flechl, Stan Lai

3/4 Juli 2013

Anwesenheitsaufgaben

Aufgabe 1 *Bjorken-Scaling*

- (a) Was ist Bjorken-Scaling?
- (b) Warum ist dies ein Hinweis auf punktförmige Partonen?
- (c) Wie sieht die Parton-Verteilungsfunktion (PDF) aus, wenn das Proton:
 - punktförmig ist?
 - aus drei statischen Valenzquarks besteht?
 - aus einem beweglichen System von drei gebundenen Quarks besteht?
 - aus einem System von Quarks und Gluonen besteht?

Aufgabe 2 *Callan-Gross-Relation*

- (a) Was ist die Callan-Gross-Relation?
- (b) Was lernt man daraus über die Partonen?

Aufgabe 3 *Partonverteilungsfunktion*

Wie wird $F_2(x)$ im Feynmanschen-Partonmodell erklärt?

Aufgabe 4 *Tal der Stabilität*

Gegeben sei ein Kern mit Z Protonen und N Neutronen ($A = Z + N$). Im Allgemeinen, wie viele stabile Kerne gibt es, wenn A gerade ist? Wie viele gibt es, wenn A ungerade ist? Erläutet euer Antwort.

Hausaufgaben

Aufgabe 5 Partonen im Proton

Wenn man die Impulsanteile von den unterschiedlichen Quarks im Proton integriert, kann man für den Anteil von Gluonen ϵ_g im Proton folgern:

$$\int_0^1 dx(xp)[u(x) + \bar{u}(x) + d(x) + \bar{d}(x) + s(x) + \bar{s}(x)] = p - p_g$$

daraus ergibt sich, dass

$$\int_0^1 dx(x)[u(x) + \bar{u}(x) + d(x) + \bar{d}(x) + s(x) + \bar{s}(x)] = 1 - \epsilon_g,$$

wobei p der Protonimpuls und p_g der Impulsanteil der Gluonen im Proton ist.

Am SLAC (Stanford Linear Accelerator), wurde folgende Messungen der Form-Faktoren gemacht:

$$\int_0^1 dx F_2^{ep}(x) = 0.18 \quad \int_0^1 dx F_2^{en}(x) = 0.12.$$

Anhand dieser Ergebnisse, bestimmt die relativen Anteile des Protonimpulses ϵ_u , ϵ_d , ϵ_g , die von Up Quarks, Down Quarks und Gluonen getragen werden.

Folgende Annahme sollen verwendet werden:

- Der Beitrag von Strange Quarks kann vernachlässigt werden: $s(x) = \bar{s}(x) = 0$ für Protonen und Neutronen.
- Ihr könnt annehmen, dass $\bar{u}(x) = \bar{d}(x)$ für Protonen und Neutronen, und dass $u^p(x) = d^n(x)$ und $u^n(x) = d^p(x)$ für die Beiträge von Up und Down Quarks in Protonen bzw. Neutronen.

Hinweis: Schreibt die gegebenen Gleichungen als Linearkombinationen von ϵ_u und ϵ_d .

Aufgabe 6 Tröpfchenmodell

- Berechnet die Bindungsenergie pro Nukleon und die Nuklearmasse für ^{56}Fe mit dem Tröpfchenmodell. Die folgenden Werte sollen benutzt werden: $a_V = 15.56$ MeV, $a_S = 17.23$ MeV, $a_C = 0.697$ MeV, $a_A = 23.285$ MeV, $a_P = 12.0$ MeV.
- Was ist die Bindungsenergie für das Deuteron in diesem Fall. Die gemessene Bindungsenergie ist 2.2 MeV. Woher kommt diese Diskrepanz?
- Gegeben sei ein Kern mit A Protonen und Neutronen. Stellt eine Formel, auf die die Anzahl der Protonen Z für einen stabilen Kern geben würde.

Hinweis: $\left. \frac{\partial M(Z,A)}{\partial Z} \right|_{A=\text{konstant}} = 0.$