

Kern- und Teilchenphysik II (SS17), Übungsblatt 4

Abgabe bis Freitag, 26. Mai 2017
im Kasten „Kernphysik“ vor Raum NB 2/131

1. Aufgabe: Quark-Antiquark-Potenzial (8 Punkte)

Berechnen Sie aus dem Quark-Antiquark-Potenzial (Coulomb + Confinement, $k = 1 \text{ GeV/fm}$) die Kraft, die zwischen einem Quark und einem Antiquark mit einem Abstand von 1 fm wirkt. Welche Masse hätte ein Objekt mit der entsprechenden Gewichtskraft (auf der Erde)? Was ändert sich, wenn man statt dessen das Potenzial zwischen zwei Quarks betrachtet?

2. Aufgabe: Nachweis von Gluonen und Seequarks (3 Punkte)

Welche Indizien gibt es für die Existenz von Gluonen und Seequarks?

3. Aufgabe: Kinematik: Mandelstam-Variablen (10 Punkte)

Man betrachte den Streuprozess $e_{(1)}^+ e_{(2)}^- \rightarrow e_{(3)}^+ e_{(4)}^-$ im Schwerpunktsystem und berechne für diesen Fall die Mandelstam-Variablen

$$s = (p_1 + p_2)^2 c^2, \quad t = (p_1 - p_3)^2 c^2, \quad u = (p_1 - p_4)^2 c^2$$

als Funktion von Elektronenmasse, Dreierimpuls der Teilchen und Streuwinkel. Machen Sie sich klar, welche Zusammenhänge für die Dreierimpulse und Energien gelten, verwenden Sie möglichst einfache Ausdrücke!

4. Aufgabe: Tiefinelastische Streuung von Elektronen an Protonen (21 Punkte)

Am HERA-Speicherring kollidierten Elektronen ($E_e = 30 \text{ GeV}$) frontal mit Protonen ($E_p = 820 \text{ GeV}$) für die Untersuchung der tiefinelastischen Streuung.

- Berechnen Sie die Schwerpunktsenergie dieser Reaktion. Welche Energie müsste ein Elektronenstrahl haben, der auf ein stationäres Protontarget trifft, um dieselbe Schwerpunktsenergie aufzubringen?
- Was ist der maximale Wert für den Viererimpulsübertrag Q^2 bei HERA? Welche Werte von Q^2 kann man bei einem Experiment mit stationärem Proton-Target und einer Strahlenergie von 300 GeV erreichen? Welcher räumlichen Auflösung des Protons entsprechen diese Werte jeweils?
- Geben Sie den kinematischen Bereich in Q^2 und x an, den man mit dem ZEUS-Kalorimeter erreicht. Dieses deckt einen Winkelbereich des gestreuten Elektrons von 7° bis 178° ab. Das gestreute Elektron muss dabei mindestens 5 GeV Energie besitzen, um detektiert zu werden.