

Kern- und Teilchenphysik, Kombibachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2019/2020,
Prof. Dr. H. Lacker

Übung 1 (Besprechung: 24.10.2019)

Aufgabe 1: Einheitensysteme und Größenordnungen

1. Wirkungsquerschnitte werden in der Kern- und Teilchenphysik in Einheiten einer Fläche angegeben, die in etwa der Querschnittsfläche eines Kernes entsprechen, dem **barn**:

$$1b = 10^{-28} \text{ m}^2 = (10 \text{ fm})^2$$

Es sei ein Wirkungsquerschnitt in HL-Einheiten ($\hbar = c = \epsilon_0 = 1$) der Größe

$$\sigma = 0,129 \text{ GeV}^{-2}$$

gegeben. Rechnen Sie dies in SI-Einheiten und in barn um.

2. Schätzen Sie aus der Unschärferelation die Impulsunschärfe eines Nukleons (also eines Protons oder Neutrons) in einem Kern mit Radius $r_K \approx 10^{-14} \text{ m}$ in MeV ab.
3. Parapositronium ist ein instabiler, gebundener Zustand eines Elektrons und eines Positrons. Seine mittlere Lebensdauer τ ist in HL-Einheiten durch

$$\tau = \frac{2}{m_e \cdot \alpha^5}$$

gegeben, wobei $m_e = 511 \text{ keV}$ die Elektronenmasse in natürlichen Einheiten und α die Feinstrukturkonstante sind. Bestimmen Sie die Lebensdauer τ in Sekunden.

4. Berechnen Sie die potentielle Energie eines Protons im Coulomb-Feld eines anderen 1 fm entfernten Protons in MeV. Schreiben Sie dafür die Formel für die potentielle Energie so, dass Sie $\hbar \cdot c = 197 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$ verwenden können.
5. Zeigen Sie, dass die Newton'sche Gravitationskonstante $G_N = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ geschrieben werden kann als $G_N = 6,71 \cdot 10^{-39} \hbar c (\text{GeV}/c^2)^{-2}$.
In natürlichen Einheiten hat man also: $G_N = 6,71 \cdot 10^{-39} \text{ GeV}^{-2}$.
(Tipp: Die Protonenmasse ist $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ in SI-Einheiten und 0,938 GeV in natürlichen Einheiten.)
6. Berechnen Sie nun das Verhältnis der Beträge der Gravitationskraft und Coulomb-Kraft, die zwei Protonen aufeinander ausüben, indem Sie die Kraftgesetze in natürlichen bzw. Heaviside-Lorentz-Einheiten schreiben.

Abgabe: 24.10.2019, bis 11:00 (New 15, Metallkasten vor Raum 1'415 oder in der Vorlesung)