

Kern- und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2017/2018,
Prof. Dr. H. Lacker, Dr. J. Dietrich, Dr. S. Mergelmeyer

Hausaufgabenblatt 1 (Bonus)

Abgabe: 23.10.2017 bis 13:00 vor Raum NEW 15 1'413/414

Aufgabe 1: Natürliche Einheiten, $\hbar c = 197 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$

1. Instabile Zustände mit mittlerer Lebensdauer τ besitzen eine Energieunschärfe Γ ("Breite"). In natürlichen Einheiten ist die Energie-Zeit-Unschärfe gegeben durch: $\Gamma \cdot \tau \geq 1$. Sie wissen: $\hbar c = 197 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$ und $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
 - (a) Welche Lebensdauer hat ein Z -Boson in Sekunden? (2 Punkte) (Schlagen Sie dazu die Eigenschaften des Z -Bosons z. B. im Particle Data Booklet nach.)
 - (b) Welche Breite hat ein τ -Lepton in MeV? (1 Punkt) (Schlagen Sie dazu die Eigenschaften des τ -Leptons z. B. im Particle Data Booklet nach.)
2. Welche Impulsunschärfe (in MeV/c) hat ein Quark, das sich in einem Hadron der Ausdehnung 10^{-15} m bewegt? (1 Punkt)
3. Schreiben Sie das Coulomb-Potential für die elektrostatische Wechselwirkung zweier Protonen mit Hilfe von α , $\hbar c$. Berechnen Sie damit die potentielle Energie eines Protons in MeV, das 1 fm von einem anderen Proton entfernt ist. (1 Punkt)
4. Sie wissen, dass $\hbar c = 197 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ und $m_p = 938 \text{ MeV} c^{-2} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. 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 $G_N = 6,7 \cdot 10^{-39} \hbar c (\text{GeV}/c^2)^{-2}$. (1 Punkt)
5. Durch Vergleich des Gravitationsgesetzes in natürlichen Einheiten und der Coulombkraft in Heaviside-Lorentz-Einheiten, berechnen Sie, um welchen Faktor die Gravitationskraft zwischen zwei Protonen kleiner ist als die Coulombkraft zwischen beiden Protonen. (1 Punkt)

Bitte wenden!

Aufgabe 2: Relativistische Kinematik (siehe Präsenzübung 1)

Berechnen Sie die Schwerpunktsenergie für den Fall, dass zwei Teilchen gleicher Masse kollidieren, wobei Teilchen 1 die Energie E_1 trägt und Teilchen 2 ruht.

Vergleichen Sie mit Ihrer Rechnung aus Präsenzübung 1: Wie groß müssen Sie E_1 im Vergleich zur Energie E_1^* wählen, um die selbe Schwerpunktsenergie wie im Fall zu erreichen, in dem beide Teilchen frontal mit jeweils Energie E_1^* kollidieren? (1 Punkt)

Betrachten Sie insbesondere den Fall $E_1^* \gg m$. (1 Punkt)