
Vorlesung zu Modul PK32a – Moderne Physik: Teilchenphysik, Astroteilchenphysik, Kosmologie

Sommersemester 2011
Humboldt-Universität zu Berlin

Übungsblatt 2 (04.05.2011)

Übung: Mi 11:00, Newton 14, 2'101

Vorlesung: Mi 9:00, Newton 14, 2'101

WWW: <http://http://www-eep.physik.hu-berlin.de/teaching/lectures/ss2011/modphys>

1) Feynman-Graphen

Zeichnen Sie die Feynman-Graphen für die folgenden Reaktionen und Zerfälle in der niedrigsten Ordnung und benennen Sie die Elemente:

- (a) $e^- + \gamma \rightarrow e^- + \gamma$ (Compton-Streuung)
- (b) $e^- + e^+ \rightarrow \gamma + \gamma$
- (c) $e^- + e^- \rightarrow e^- + e^-$
- (d) $\nu_e + n \rightarrow p + e^-$

2) Reaktionen und Zerfälle

Welche der folgenden Reaktionen und Zerfälle sind prinzipiell erlaubt bzw. verboten? Sollte eine Reaktion bzw. ein Zerfall verboten sein, so begründen Sie dies jeweils.

- | | | |
|---|---|---|
| (a) $n + p \rightarrow e^+ + e^+$ | (e) $K^+ \rightarrow \tau^+ + \nu_\tau$ | (i) $q + \bar{q} \rightarrow \tau^+ + \tau^-$ |
| (b) $\tau^- \rightarrow \mu^- + \gamma$ | (f) $n + \nu_\tau \rightarrow p + \tau^-$ | (j) $e^+ + \mu^- \rightarrow e^- + \mu^+$ |
| (c) $e^+ + \gamma \rightarrow e^+ + \gamma$ | (g) $\mu^- \rightarrow \tau^- + \nu_\mu + \bar{\nu}_\tau$ | (k) $n \rightarrow p + e^-$ |
| (d) $\gamma + p \rightarrow e^+ + \gamma$ | (h) $\mu^- + \mu^+ \rightarrow q + \bar{q}$ | (l) $\nu_\mu + \bar{\nu}_\tau \rightarrow \nu_\mu + \bar{\nu}_\tau$ |

3) Natürliche Einheiten

In der Teilchenphysik wird häufig das System der Natürlichen Einheiten verwendet, in dem gilt $c = \hbar = 1$.

- (a) Berechnen Sie die Größe $\hbar \cdot c$ in natürlichen und SI-Einheiten (letzteres in MeV und fm). Verwenden Sie Ihr Ergebnis in den folgenden Rechnungen.
- (b) Das Radon-Isotop ^{222}Rn hat einen Kernradius von ungefähr 7.3 fm. Geben Sie diesen sowie die Halbwertszeit $t_{1/2} = 3.824$ d des Radons in natürlichen Einheiten an.
- (c) Die mittlere Lebensdauer des π^0 -Mesons beträgt 0.128eV^{-1} . Rechnen Sie diese in SI-Einheiten um.
- (d) Der Wirkungsquerschnitt der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ ergibt sich laut QED zu

$$\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-) = \frac{4\pi\alpha^2}{3s},$$

mit der Schwerpunktsenergie \sqrt{s} der Reaktion und $\alpha = e^2/(4\pi\epsilon_0\hbar c) = 1/137$. Welcher Wirkungsquerschnitt in barn ergibt sich für eine Schwerpunktsenergie von 20 GeV?