

Übungen zu Experimentalphysik V WS 2012/2013  
Prof. Karl Jakobs, Dr. Iacopo Vivarelli  
Übungsblatt Nr. 8

Die Lösungen müssen bis 10 Uhr am Dienstag den 18.12.2012 in die Briefkästen im Erdgeschoss des Gustav-Mie-Hauses eingeworfen werden!

---

### 1. Erhaltungssätze

Diskutieren Sie anhand von Erhaltungssätzen, welche der folgenden Reaktionen möglich oder unmöglich sind. [4 Punkte]

$$\mu^+ \rightarrow \pi^+ \bar{\nu}_\mu$$

$$\tau^+ \rightarrow \rho^+ \bar{\nu}_\tau$$

$$p \pi^+ \rightarrow p p$$

$$e^- \rightarrow \nu_e \gamma$$

$$\pi^- p \rightarrow K^0 n$$

$$\pi^0 \rightarrow e^- e^+ \gamma$$

$$\tau^- \rightarrow \pi^0 e^- \nu_\mu$$

$$\pi^+ \rightarrow \gamma e^+ \nu_e$$

$$n \rightarrow p \pi^0$$

$$e^- p \rightarrow n \nu_e$$

$$e^+ e^- \rightarrow p \bar{n} \pi^-$$

$$\pi^0 \rightarrow \mu^- \mu^+$$

$$p \pi^- \rightarrow \Lambda$$

$$\tau^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^- \pi^- \pi^0 \nu_\tau$$

$$\tau^+ \rightarrow \mu^+ \gamma$$

$$\Lambda \rightarrow n \pi^+$$

$$e^+ e^- \rightarrow p \pi^0$$

### 2. Teilchenidentifikation durch Flugzeitmessung

In Experimenten kann eine Teilchenidentifikation mit Hilfe der sog. Flugzeitmesstechnik durchgeführt werden. Hierzu werden für ein Teilchen gleichzeitig der Impuls  $p$ , aufgrund der Bahnkrümmung in einem bekannten Magnetfeld, und die Flugzeit  $t$  für das Durchfliegen einer bekannten Strecke  $L$  gemessen.

- (a) Bestimmen Sie die Masse -und damit die Identität- eines relativistischen Teilchens als Funktion der gemessenen Größen. [2 Punkte]
- (b) Eine typische Zeitauflösung für ein Flugzeitsystem liegt in der Größenordnung von  $\sigma_t = 250$  ps. In welchem Impulsbereich können bei einer Flugstrecke von  $L = 3$  m geladene Pionen von geladenen Kaonen getrennt werden, wenn für eine sichere Massentrennung eine Flugzeitdifferenz von mindestens  $4\sigma_t$  gefordert wird. [2 Punkte]

(Massenwerte:  $m_{\pi^+} = 139.6$  MeV/ $c^2$ ,  $m_{K^+} = 493.7$  MeV/ $c^2$ )

### 3. Pion Zerfall

Betrachten Sie den folgenden Zerfall des Pions:

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_1 \rightarrow e^+ + \nu_2 + \bar{\nu}_3 + \nu_1 \quad (1)$$

- (a) Berechnen Sie den minimalen und maximalen Wert des Dreierimpulses des Myons. Nehmen Sie an, dass Sie die Massen im Vergleich zum Dreierimpuls  $p$  des Pions vernachlässigen können ( $p \gg m_\pi, m_\mu$ ). [2 Punkte]

- (b) Das Pion hat Spin Null. Wenn  $\nu_1$  eine negative Helizität hat, welche Helizität hat dann das Myon im Ruhesystem des Pions? [**1 Punkt**]
- (c) Welchen Lepton-flavour ( $e, \mu, \tau$ ) haben die im Zerfall auftretenden (Anti)neutrinos? [**1 Punkt**]