

# Übungen zu Experimentalphysik V WS 2014/2015

Prof. Dr. Karl Jakobs, Dr. Karsten Köneke

## Übungsblatt Nr. 9

Die Lösungen müssen bis 10:10 Uhr am Mittwoch den 7.1.2015 in den Briefkasten 1 im Erdgeschoss des Gustav-Mie-Hauses eingeworfen werden!

Bitte geben sie die Übungsgruppennummer auf Ihren Lösungen an.

---

### 1. Erhaltungssätze

Diskutieren Sie anhand von Erhaltungssätzen, welche der folgenden Reaktionen möglich oder unmöglich sind. Welche Wechselwirkungen könnten jeweils beteiligt sein, für die Prozesse, die möglich 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. Mandelstam-Variablen

Um den Streuprozess zweier Teilchen  $A + B \rightarrow C + D$  zu beschreiben, führt man die sogenannten *Mandelstam Variablen*

$$s = (p_A + p_B)^2$$

$$t = (p_A - p_C)^2$$

$$u = (p_A - p_D)^2$$

ein. Dabei sind  $p_A, p_B, p_C$  und  $p_D$  Vierervektoren. Zeigen Sie, dass für die Summe der Variablen gilt

$$s + t + u = m_A^2 + m_B^2 + m_C^2 + m_D^2 .$$

[2 Punkte]

### 3. Impuls- und Energie-Erhaltung

Zeigen Sie, dass bei der Reaktion  $\gamma \rightarrow e^+ e^-$  nicht gleichzeitig Energie und Impuls erhalten sein können. Die Reaktion kann erst ablaufen, wenn ein Rückstoßpartner vorhanden ist. Welche Energie muss mindestens auf einen solchen Rückstoßpartner übertragen werden, damit sowohl Energie als auch Impuls erhalten bleiben? [2 Punkte]

#### 4. Zerfall des geladenen Pions

Die Entdeckung des  $\pi^+$ -Mesons erfolgte über den Nachweis des Zerfalls  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$  in Photoemulsionen.

- a) Welche Energie hat das Myon im Ruhesystem des Pions, wenn die Ruhemasse des Myon-Neutrinos zu Null angenommen wird? [**1 Punkt**]
- b) Welche obere Grenze ergibt sich für die Masse des Myon-Neutrinos, wenn die Meßgenauigkeit für die kinetische Energie des Myons 1% beträgt? [**2 Punkte**]  
(Massenwerte:  $m_{\pi^+} = 139.6 \text{ MeV}/c^2$ ,  $m_{\mu^+} = 105.7 \text{ MeV}/c^2$ )