

---

# Übungen zur Vorlesung Physik IV

## – Kern- und Teilchenphysik –

Frank Ellinghaus

Sommersemester 2019

Universität Wuppertal

---

### BLATT IX

ABGABE BIS FREITAG, DEN 21. JUNI UM 12:30  
(IN DAS POSTFACH VON F. ELLINGHAUS IN GEBÄUDE D, EBENE 9)

#### 1. Erhaltungssätze

(16 Punkte)

- (a) Geben Sie die Feynmandiagramme (führender Ordnung) für folgende Neutrino-Streuprozesse an, bzw. begründen Sie, falls eine der Reaktionen nicht möglich ist.

*Hinweis: Falls es mehr als ein Diagramm führender Ordnung gibt geben Sie dieses bitte auch an.*

i.  $\nu_e + e^- \rightarrow \nu_e + e^-$

ii.  $\nu_\mu + e^- \rightarrow \nu_\mu + e^-$

iii.  $\bar{\nu}_e + e^- \rightarrow \bar{\nu}_\mu + e^-$

iv.  $\nu_e + e^- \rightarrow \nu_\mu + \mu^-$

v.  $\nu_\mu + e^- \rightarrow \nu_e + \mu^-$

- (b) Geben Sie ein “Feynmandiagramm” (führender Ordnung) für jeden der folgenden Prozesse an, bzw. begründen Sie, falls eine der Reaktionen nicht möglich ist.

i.  $p + \pi^- \rightarrow p + \pi^0 + \pi^-$

ii.  $p + \pi^- \rightarrow K^0 + \Sigma^0$

iii.  $p + \bar{p} \rightarrow 2\pi^+ + 2\pi^- + \pi^0$

iv.  $p + \pi^- \rightarrow \Lambda^0 + \Sigma^0$

v.  $\bar{\nu}_\mu + p \rightarrow \mu^+ + n$

vi.  $\mu^- + p \rightarrow \nu_\mu + n$

vii.  $\nu_\mu + p \rightarrow e^+ + \Lambda^0 + K^0$

- (c) Warum können die durch starke Wechselwirkung erzeugbaren instabilen Teilchen  $\pi^\pm$  und  $\pi^0$  nicht durch starke Wechselwirkung zerfallen?

- (d) Warum ist das Proton stabil ?

## 2. Myonpaarerzeugung an $e^+e^-$ -Collidern

(4 Punkte)

- (a) Zeichnen Sie ein mögliches Feynman-Diagramm zur Erzeugung von Myonen und eines zur Erzeugung von Hadronen in  $e^+e^-$ -Annihilationen bei hohen Energien.
- (b) In einem Elektron-Positron-Collider zirkulieren die Teilchen in kurzen zylindrischen Bündeln (bunches) mit einem Radius von 1 mm (senkrecht zur Bewegungsrichtung). Die Zahl der Teilchen pro bunch betrage  $5 \cdot 10^{11}$ , und die bunches sollen mit einer Frequenz von 1 MHz aufeinandertreffen. Der Wirkungsquerschnitt für  $\mu^+\mu^-$ -Erzeugung bei einer totalen Energie von 8 GeV beträgt  $1.4 \cdot 10^{-33} \text{ cm}^2$ . Wieviele  $\mu^+\mu^-$ -Paare werden pro Sekunde erzeugt?