

# Theoretische Teilchenphysik

Hans-Werner Hammer  
Martin Ebert (mebert@theorie.ikp.physik.tu-darmstadt.de)



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Wintersemester 2018/19

1. Übung

26. Oktober

## Aufgabe 1 Natürliche Einheiten

Wirkungsquerschnitte werden oft in Einheiten von Millibarn (mb) angegeben, wobei  $1\text{mb} = 10^{-3}\text{b} = 10^{-27}\text{cm}^2$ . Zeigen Sie, dass für die Umrechnung von natürlichen Einheiten gilt:

$$1\text{GeV}^{-2} = 0.389\text{mb}.$$

## Aufgabe 2 Erhaltungsgrößen für Teilchenreaktionen

Welche der folgenden Reaktionen sind im Standardmodell der Teilchenphysik möglich bzw. unmöglich? Welche Wechselwirkungen sind jeweils beteiligt? Welche Erhaltungssätze liegen zugrunde? Teilchenmassen und Quantenzahlen können M. Tanabashi et al. (Particle Data Group), Phys. Rev. D 98, 030001 (2018). ([pdg.lbl.gov](http://pdg.lbl.gov)) entnommen werden.

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

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

(c)  $\Lambda \rightarrow \bar{n} \pi^0$

(d)  $p \pi^+ \rightarrow pp$

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

(f)  $\pi^0 \rightarrow e^+ e^- \gamma$

(g)  $\tau^- \rightarrow \pi^0 e^- \nu_\mu$

(h)  $\pi^+ \rightarrow \gamma e^+ \nu_e$

(i)  $n \rightarrow p \pi^0$

(j)  $e^- p \rightarrow \nu_e n$

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

(l)  $\tau^+ \rightarrow \mu^+ \gamma$

(m)  $\pi^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$

(n)  $\pi^- p \rightarrow \Lambda$

(o)  $\tau^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^- \pi^- \pi^0 \nu_\tau$

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

## Aufgabe 3 Pionzerfall im Teilchenbeschleuniger

Ein Teilchenbeschleuniger erzeugt einen Strahl monoenergetischer, positiver Pionen. An einer Stelle im Strahl werden  $N_0$  Pionen gezählt, 300m weiter nur noch  $N_0/3$  Pionen. Wie groß ist die Energie der Pionen?

**HINWEIS:** Für instabile Teilchen gilt das *Zerfallsgesetz*. Dieses besagt, dass wenn  $N_0$  Teilchen zur Zeit  $t = 0$  vorhanden sind, die Anzahl an nicht zerfallenen Teilchen zur Zeit  $t$

$$N(t) = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

beträgt. Hierbei bezeichnet  $\tau$  die mittlere Lebensdauer.