

Aufgabe 1: Formelsammlung

1

Erstellen Sie jede Woche eine Formelsammlung zum Stoff der Vorlesungen der letzten Woche und dieser Übung. Diese wöchentlichen Formelsammlungen sollen Grundlage ihrer Klausurvorbereitung sein.

Aufgabe 2: Schwellenenergie für die Erzeugung neuer Teilchen

In der kosmischen Strahlung werden permanent Myonen erzeugt, die mit einer Rate von ca. 100 Myonen pro m^2 und Sekunde auf die Erdoberfläche treffen.

- a) Wie groß muss die Schwerpunktsenergie für den Prozess

$$e^- p \rightarrow e^- p \mu^+ \mu^-$$

mindestens sein ?

1

- b) Ein Elektron aus dem Kosmos trifft in der Atmosphäre auf ein ruhendes Proton. Wie groß muss die Energie des einlaufenden Elektrons im System des Protons mindestens sein, um ein $\mu^+ \mu^-$ -Paar zu erzeugen ?

1

- c) Nehmen Sie jetzt an ein Proton aus dem Kosmos trifft in der Atmosphäre auf ein ruhendes Elektron. Wie groß muss jetzt die Energie des einlaufenden Protons für den gleichen Prozess sein? Wodurch entsteht der Unterschied zur vorherigen Aufgabe?

1

- d) Wie groß ist der Impuls $|\vec{P}|$ und die Geschwindigkeit β der 4 Teilchen nach der Reaktion in diesem Fall mindestens?

1

Aufgabe 3: Totaler Wirkungsquerschnitt und Absorption

In einen Protonenstrahl mit $dN/dt = 10^6$ Teilchen/s wird ein C_{12} Target mit 5 cm Dicke und Dichte $\rho = 2.265 \text{ g/cm}^{-3}$ eingesetzt. Der p-C Wirkungsquerschnitt ist $\sigma = 198.4 \text{ mb}$:

- a) Berechnen Sie die Wechselwirkungslänge in dem C_{12} Target.

1

- b) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein einzelnes Proton mit den C_{12} -Kernen im Target wechselwirkt?

1

- c) Berechnen Sie die Interaktionsrate.

1

Aufgabe 4: Differentieller Wirkungsquerschnitt

Der differentielle Wirkungsquerschnitt für die Annihilation $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ in natürlichen Einheiten ist:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\alpha^2}{4s}(1 + \cos^2 \theta)$$

Hier ist \sqrt{s} die Schwerpunktsenergie, θ der Polarwinkel des Myons relativ zur Elektronenrichtung und Ω das dazugehörige Raumwinkelelement.

- a) Berechnen Sie den totalen Wirkungsquerschnitt. **2**
- b) Wie groß ist der Wirkungsquerschnitt für 5.5 GeV frontal kollidierende Elektron-Positron-Strahlen? **1**

Aufgabe 5: Rutherford-Streuung

Ein Strahl von α -Teilchen ($E_{\alpha,kin} = 10$ MeV, Strom $I = 1$ nA) wird an Gold gestreut (eine Folie von $2\mu\text{m}$ Dicke, $Z = 79$, $A = 197$, $\rho = 19,3$ g/cm³). Zum Nachweis der α -Teilchen wird ein 1 cm² großer Detektor in 10 cm Abstand vom Target verwendet.

- a) Berechnen Sie für die Winkel $\theta = 15^\circ$, 90° und 140° den differentiellen Wirkungsquerschnitt $d\sigma/d\Omega$. **2**
- b) Berechnen Sie für die Winkel $\theta = 15^\circ$, 90° und 140° die Anzahl der Teilchen, die pro Sekunde in den Detektor gelangen. **2**