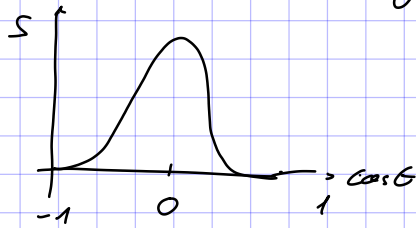


Exercise 1:

- 1) Man würde eine Gaußverteilung erwarten, da es keinen festen Kern gibt, an dem die α -Teilchen streuen könnten.



2)

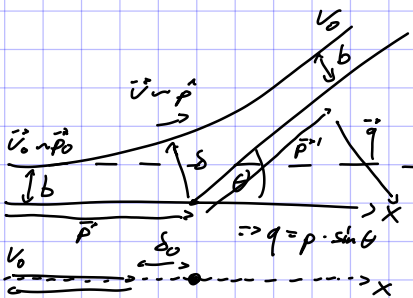
$$\frac{p^2}{2m} = E$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m}} \quad | \quad E = 6 \text{ MeV}, m = 3,7 \text{ GeV}/c^2$$

$$\Rightarrow \frac{v}{c} = 5,70\%$$

Angenommen, dass relativistische Effekte erst ab $\sim 10\%$ signifikant sind, kann man in diesem Fall, bei $5,70\%$ der Lichtgeschwindigkeit, ignorieren.

3)



Energieerhaltung: $\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{z_1 \cdot z_2 \cdot e^2}{4\pi\epsilon_0 \delta_0}$

Drehimpulserhaltung: $mv\delta = mv_0 b$

Impulserhaltung: $|\vec{p}| = |\vec{p}'| \Rightarrow \vec{q} = \vec{p} - \vec{p}'$

$$\Rightarrow E_{kin} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{z_1 \cdot z_2 \cdot e^2}{4\pi\epsilon_0 \delta_0}$$

$$\Rightarrow \delta_0 = \frac{z_1 \cdot z_2 \cdot e^2}{4\pi\epsilon_0 E_{kin}}$$

$q =$

4)

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega} \right) = \frac{b}{\sin\theta} \left| \frac{db}{d\theta} \right| \quad \left| \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{\delta_0}{2b} \right| \Rightarrow b = \frac{\delta_0}{2\tan(\frac{\theta}{2})}$$

$$= \frac{\delta_0}{2\sin\theta \tan\frac{\theta}{2}} \cdot \frac{\delta_0}{2} \cdot \frac{1}{\tan^2\frac{\theta}{2}} \cdot \frac{1}{\cos^2\frac{\theta}{2}} \cdot \frac{1}{2}$$

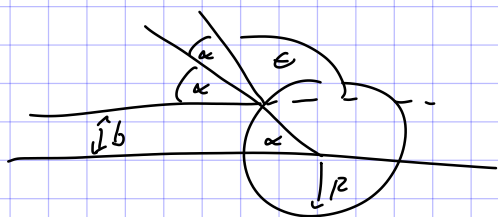
$$= \frac{\delta_0^2}{8} \frac{\cos\frac{\theta}{2}}{\sin\theta \cdot \sin^2\frac{\theta}{2}} \cdot \frac{\cos^2\frac{\theta}{2}}{\sin^2\frac{\theta}{2}} \cdot \frac{1}{\cos^2\frac{\theta}{2}}$$

$$= \frac{\delta_0^2}{8} \frac{\cos\frac{\theta}{2}}{\sin\theta} \cdot \frac{1}{\sin^2\frac{\theta}{2}}$$

$\sigma =$

Exercise 2:

1)



$$\Rightarrow b = R \cdot \sin \alpha \quad | \quad \theta = 180^\circ - 2\alpha = \pi - 2\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{1}{2}(\pi - \theta)$$

$$= R \cdot \sin\left(\frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right)\right)$$

$$= R \cdot \cos\left(\frac{1}{2}\theta\right)$$

$$\Rightarrow \left|\frac{d\sigma}{d\Omega}\right| = \frac{b}{\sin\theta} \left|\frac{db}{d\theta}\right|$$

$$= \frac{R^2 \cos\left(\frac{1}{2}\theta\right)}{2 \cdot \sin\theta} \sin\left(\frac{1}{2}\theta\right) \cdot \frac{1}{2} \quad | \quad \cos\left(\frac{1}{2}\theta\right) \cdot \sin\left(\frac{1}{2}\theta\right) = \frac{1}{2} \sin(\theta)$$

$$= \frac{R^2}{8}$$

2)

$$F = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^\pi d\theta \sin\theta \frac{R^2}{8}$$

$$= 4\pi R^2$$

Es handelt sich hierbei um die Oberfläche einer Kugel.

Exercise 3:

$$1) \quad E = \frac{p^2}{2m}$$

$$= \frac{v^2 m^2}{2m}$$

$$\Rightarrow = \frac{1}{2} m v^2 \quad | \quad [v] = 1$$

$$\Rightarrow [E] = [m]$$

Die Masse hat die Einheit der Energie: J bzw. eV.

$$v \cdot m = p \quad | \quad [v] = 1$$

$$\Rightarrow [m] = [p]$$

Der Impuls hat über die Masse ebenfalls die Einheit der Energie: J bzw. eV.

2)

$$\frac{1}{2} m v^2 = \hbar \omega$$

$$\Rightarrow [m] = [m] \Rightarrow [t] = \hbar \cdot \text{zur.} \frac{1}{eV}$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$\Rightarrow [s] = \hbar \cdot \text{zur.} \frac{1}{eV}$$

Aufgabe 11:

1.) $r = c \cdot \Delta t = \frac{\hbar}{2mc} = \frac{1}{180} (\text{GeV})^{-1} = 77 \cdot 10^{-55} \text{ m}$

2.) $e^- \rightarrow \gamma + e^-$

$$\bar{E}_{e^-} = \bar{E}_{e^-} + \bar{E}_{\gamma} \quad | \bar{E}_{\gamma} \stackrel{!}{\neq} 0, -\bar{E}_{e^-}$$

$$\Rightarrow 0 = \bar{E}_{\gamma} \quad \hookrightarrow$$

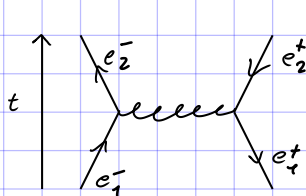
$$\vec{p}_{e^-} = \vec{p}_{e^-} + \vec{p}_{\gamma} \quad | \vec{p}_{\gamma} \stackrel{!}{=} \vec{0}, -\vec{p}_{e^-}$$

$$\Rightarrow \vec{0} = \vec{p}_{\gamma} \quad \hookrightarrow$$

$e^- \rightarrow e^- + \gamma$ ist keine erlaubte reale Reaktion, da für sie Energie und Impulserhaltung nicht gilt.

3.)

a) e^+e^- -Streuung:



$$\begin{aligned} \tilde{m}^2 &= E^2 - P^2 = E^2 - (\vec{p}_{e_1} - \vec{p}_{e_2})^2 \quad | \vec{p}_{e_1} \perp \vec{p}_{e_2}, |\vec{p}_{e_1}| = |\vec{p}_{e_2}| = p_e \\ &= E^2 - 2p_e^2 \quad | E^2 = m^2 c^4, p_e = m_e v \\ &= + (E^2 - 2p_e^2) \end{aligned}$$

?