Ex V Tutorium am 25.10.2024 Blatt 1

elektromagn. WW

A4 für Anwendung am wichtigsten

1. Reichweite abschätzen

$c \cdot \Delta t \, \Delta E \approx \hbar c = 200\,\text{MeV fm}$ z.B. Kalorimeter aber oft fem genannt

$\Leftrightarrow c\Delta t = \frac{\hbar c}{\Delta E} = \frac{1}{80\,\text{GeV}}$ Unsicherheitsfehler

$= \frac{200 \cdot 10^6\,\text{eV}}{80 \cdot 10^9\,\text{eV}} = 2{,}5 \cdot 10^{-18}\,\text{m}$

$W^\pm \rightarrow \Delta E = 80\,\text{GeV}$??

1.2 6 MeV 4 000 MeV

$T = E - m = m\gamma - m$ Lorentzfaktor

E_{kin} ?

$\gamma = \frac{T+m}{m} \approx 1$ $T \ll m$

Behandeln Masse & Energie gleich

2. $e \rightarrow \gamma + e$ Geht nicht.

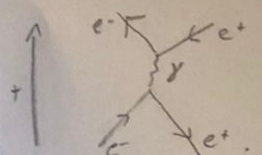
Energieerhaltung geht nicht, da

$\vec{p}_0 = \vec{p}_\gamma + \vec{p}_e$, $m_e = E_\gamma + m_e$

Gleichung nicht erfüllt

3.

b) e^-e^--Annihilation



An Vertex ist Impuls & Energie erhalten

$P_{e^-} + P_{e^+} = P_\gamma$

$P_\gamma^2 = E^2 - \vec{p}^2 \quad | \; E^2 = \vec{p}^2 + m^2$

$= m^2 \neq 0$

Ist für reelles Teilchen nicht erfüllt

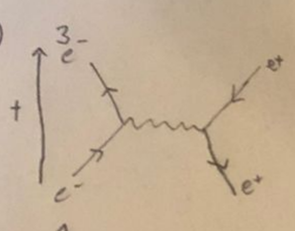
Virtuelle Photonen haben eine Masse

zeigen, dass $m_\gamma > 0$

$(E_{e^+} + E_{e^-})^2 - \underbrace{(\vec{p}_{e^-} + \vec{p}_{e^+})^2}_{\text{im SP System} = 0 \text{ (cms)}}$

$= \underbrace{(E_1 + E_2)^2}_{\text{reell} \Rightarrow} > 0$

a)



$P_{e^-,i} = P_{e^-,f} + P_\gamma$

initial   final

$(P_1 - P_3)^2 = P_\gamma^2$ oder $P_{e,i} + P_\gamma = P_{e,f}$

$P_\gamma^2 = (P_3 - P_1)^2$

$\tilde{m}_\gamma^2 = (E_f - E_i)^2 - (\underbrace{\vec{p}_f}_{=0} - \vec{p}_i)^2 \quad | \; \vec{p}_f = 0$ wenn es ruht $E_f = m_e$ Ruhemasse

$= \underbrace{-2E_i m_e + m_e^2 + \underbrace{E_i^2 - p_i^2}_{m_e^2}}_{2m_e^2}$

invariante Masse ist Ruhemasse wenn Teilchen in Ruhe

A1 Bohrsches Atommodell, weil e^- auf Kreisbahn Energie verlieren & in den Kern stürzen würde

1.3

$\Delta P = 2 (+ m v_0 \sin \frac{\theta}{2})$ Kraftstoß $\Delta P = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dP}{dt} dt = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{k}{r^2(\phi)} \cos(\phi)\, d\phi = \frac{v_0 b}{r^2}$

$m v_0 b = m r^2 \frac{d\phi}{dt}$ $\Rightarrow \frac{dt}{r^2} =$

$\tan\frac{\theta}{2} = \frac{\sin\frac{\theta}{2}}{\cos\frac{\theta}{2}} = \frac{\delta_0}{2b}$ $\Leftrightarrow \frac{\delta_0 m V}{2b} \int_{-\frac{(\pi-\theta)}{2}}^{+\frac{(\pi+\theta)}{2}} \cos\phi\, d\phi = \cos\frac{\theta}{2} \frac{\delta_0 m V}{b}$

1.4

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{b}{\sin\theta}\left|\frac{db}{d\theta}\right| , \quad \frac{db}{d\theta} = -\frac{\delta_0}{2}\frac{1}{2\sin^2\frac{\theta}{2}} , \quad \cos\frac{\theta}{2} = \frac{\sin\theta}{2\sin\frac{\theta}{2}}$$

$$= \frac{\delta_0^2}{8}\frac{\cos\frac{\theta}{2}}{\sin\theta\sin^3\frac{\theta}{2}}$$

$$= \frac{\delta_0^2}{16}\frac{1}{\sin^4\frac{\theta}{2}}$$

δ_0 ist $\frac{1}{r_0}$ in Coulombpot oder so was, keine Ahnung

1.5

$$\vec{q}^{\,2} = (\vec{p}_i - \vec{p}_f)^2 = \underset{(|\vec{p}| = p)}{2p^2} \underbrace{(1-\cos\theta)}_{2\sin^2\frac{\theta}{2}}$$

$$= \sin^4\frac{\theta}{2}\,\frac{q^4}{64 m^2 E^2} , \quad p^2 = 2mE$$

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} \rightarrow \int d\sigma = \int \frac{d\sigma}{d\Omega} d\Omega \qquad \frac{1}{\sin^4(\frac{\theta}{2})} \sim \frac{1}{(1-\cos(\frac{\theta}{2}))^2}$$

$$\Leftrightarrow \sigma = 2\pi \int_{-1}^{1} \frac{d\cos\theta}{(1-\cos\theta)^2} -$$

$$= \int_{-1}^{2} \frac{1}{(1-x)^2} dx - 2\pi \left[\frac{1}{1-x}\right]_{-1}^{1} \rightarrow \infty$$

Nur Kern berücksichtigt, Elektronen vernachlässigt