Experimentalphysik 5 Blatt 1 Julian Bergmann

Nr. 1

a) $l = v \cdot \tau = 0{,}994c \cdot 2{,}2 \cdot 10^{-6}s \approx 655{,}586\,m$

b) $l = v \cdot \tau \cdot \gamma = 0{,}994c \cdot 2{,}2 \cdot 10^{-6}s \cdot (1-0{,}994^2)^{-\frac{1}{2}} = 5993{,}65\,m$

warum erreichen trotzdem Myonen den Boden?

τ Halbwertszeit $\Rightarrow$ $2^{-\frac{t}{l}}$ Anteil erreichen Länge t.

klassisch: $\frac{t}{l} = \frac{20000}{655{,}6} \approx 30 \Rightarrow 2^{-30} \approx 9{,}31 \cdot 10^{-8}\%$.

relativistisch: $\frac{t}{l} = \frac{20000}{5994} \approx 3{,}3 \Rightarrow 2^{-3{,}3} \approx 10{,}15\%$.

$\Rightarrow$ relativistisch erreichen noch ca. 10,15% den Erdboden, klassisch etwa 0.

Nr. 2

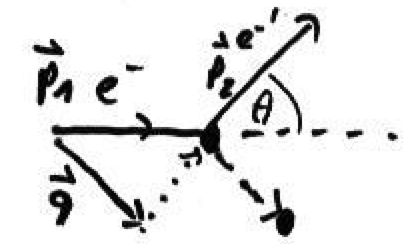
a) $E = (4p - \alpha)c^2 = (4 \cdot 1{,}00794u - 4{,}002602u) \cdot 931{,}5 \frac{MeV}{c^2} \cdot c^2$
$= 27{,}16\ MeV$

b) $\Delta E = E_b(Pu) \cdot 240 - E_b(Sn) \cdot 128 - E_b(Ru) \cdot 110$
$= 7{,}5MeV \cdot 240 - 8{,}5MeV \cdot 128 - 8{,}5MeV \cdot 110 = -223\ MeV$

(Bindungsenergie immer negativ!)

Nr. 3

a) $a = \left(\frac{E_1 - E_2}{c}, \vec{p}_1 - \vec{p}_2\right)$



elastische Streuung $\Rightarrow$ $E_1 = E_2$, $E = \sqrt{m^2c^4 + p^2c^2} \approx pc \Rightarrow p_1 = p_2$

$q^2 = p_1^2 + p_2^2 - 2p_1p_2\cos(\theta) = 2p^2 - 2p^2\cos(\theta) = 4p^2 \cdot \frac{1}{2}(1 - \cos(2 \cdot \frac{\theta}{2}))$
$= 4p^2 \sin^2(\frac{\theta}{2})$

$\Rightarrow a = \left(\frac{E-E}{c}, \vec{q}\right) = \left(0, 2p\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \cdot \frac{\vec{p}_1 - \vec{p}_2}{|p_1 - p_2|}\right)$, $(mc^2)^2 = E^2 - (qc)^2 < 0$

reelles Photon: $E > 0$, $p \geq 0$, $m^2 > 0$
virtuelles Photon (raumartig): $E = 0$, $p \geq 0$, $m^2 \leq 0$

b) $q = \frac{E}{c} \cdot 2\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$, $k = \frac{q}{\hbar}$, $\lambda = \frac{\hbar}{q}$

$q_1 = \frac{0{,}1 \cdot 10^{+9}eV}{300\,000\,000\,\frac{m}{s}} \cdot 2\sin(22{,}5°) = 0{,}2553\,\frac{eVs}{m}$

$k_1 = \frac{0{,}2553}{6{,}582 \cdot 10^{-16}} \frac{\frac{eVs}{m}}{eVs} = 3{,}879 \cdot 10^{14}\,\frac{1}{m}$

$\lambda_1 = k_1^{-1} = 2{,}578 \cdot 10^{-15}\,m$

$\Rightarrow$

$q_2 = 2,553 \, \frac{eVs}{m}$, $k_2 = 3,879 \cdot 10^{15} \, \frac{1}{m}$, $\lambda_2 = 2,578 \cdot 10^{-16} \, m$

$q_3 = 25,53 \, \frac{eVs}{m}$, $k_3 = 3,879 \cdot 10^{16} \, \frac{1}{m}$, $\lambda_3 = 2,578 \cdot 10^{-17} \, m$

Auflösung entspricht etwa λ mit $\lambda \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$

Nukleon-Radius : $1,4 \cdot 10^{-15} \, m \Rightarrow \quad q = \Delta p \geq \frac{\hbar}{2\lambda} \approx 0,235 \, \frac{eVs}{m}$

$$E \geq \frac{qc}{2 \sin(\frac{\theta}{2})} = \frac{0,235 \frac{eVs}{m} \cdot 3 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}}{2 \cdot \sin(22,5^\circ)} = 9,21 \cdot 10^{7} \, eV$$