Exphy 6 Blatt 4 Julian Bergmann

(8)

Nr. 1

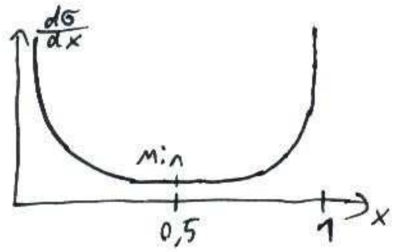
a) $E_{\gamma,min} = 2m_e c^2 \left(1 + \frac{m_e}{M}\right)$

$E_{\gamma,min}(D) = 2 \cdot 511 \frac{keV}{c^2} c^2 \left(1 + \frac{511 \frac{keV}{c^2}}{1{,}88 \frac{GeV}{c^2}}\right) = 1{,}0223\,MeV$

$E_{\gamma,min}(N) = 2 \cdot 511 \frac{keV}{c^2} c^2 \left(1 + \frac{511\,keV/c^2}{13{,}05\,GeV/c^2}\right) = 1{,}0220\,MeV$

$E_{\gamma,min}(O) = 2 \cdot 511 \frac{keV}{c^2} c^2 \left(1 + \frac{511 \frac{keV}{c^2}}{14{,}9 \frac{GeV}{c^2}}\right) = 1{,}0220\,MeV$ ✓

$E_{\gamma,min}(e^-) = 2 \cdot 511 \frac{keV}{c^2} c^2 (1 + 1) = 2044\,keV = 2{,}044\,MeV$

b) 

Niedrigste Wirkungsquerschnitte sind bei symmetrischer Verteilung von Energieanteil eines Positrons $x \approx 0{,}5$ erreicht.

$\Rightarrow$ Höhere Wirkungsquerschnitte bei asymmetrischer Verteilung

$\Rightarrow$ Höhere Wahrscheinlichkeit der Erzeugung. (4)

Nr. 2

Skript: TAPS: $\frac{\Delta E}{E} = \frac{A}{\sqrt{E}} B$ mit $B \approx 0{,}3$, $A \approx 2{,}5\%$

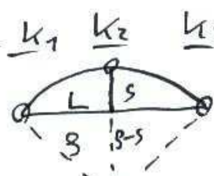
~~Diagramm~~: $\frac{\Delta E}{E} \approx 2{,}8\,\%$ (1)

Vergleich: Impuls: 2 %, TAPS: 2,8 %. $E_\gamma = E_{e^+} + E_{e^-} \approx p_{e^+} + p_{e^-}$

$\Rightarrow$? TAPS arbeitet 40 % ungenauer als Impulsmessung. $\left(= \frac{0{,}8\%}{2\%}\right)$ bzw. Messung um 0,8 % ungenauer.

~~2 mal 2% $\approx \sqrt{2} \cdot 2 \approx 2{,}8\%$~~ Impulsmessung

Nr. 3 k_1 k_2 k_3

a) 

Pythagoras: $\left(\frac{L}{2}\right)^2 + (\varrho - s)^2 = \varrho^2 = \left(\frac{L}{2}\right)^2 + \varrho^2 - 2\varrho s + s^2$

$\Leftrightarrow 2\varrho s = \frac{L^2}{4} + s^2 \Leftrightarrow \varrho = \frac{L^2}{8s} + \frac{s}{2}$

Mit $s \ll L$ ist $\frac{L^2}{8s} \gg \frac{s}{2} \Rightarrow \varrho \approx \frac{L^2}{8s}$ ✓

b) 

$evB = \frac{mv^2}{r} \Leftrightarrow r = \frac{mv}{eB}$ (Ladung in Magnetfeld auf Kreisbahn)

$\varrho = \frac{L^2}{8s} + \frac{s}{2} \Leftrightarrow 0 = s^2 - 2s\varrho + \frac{L^2}{4}$ (siehe a))

$\Rightarrow s_{1,2} = \varrho \pm \sqrt{\varrho^2 - \frac{L^2}{4}} = \frac{mv}{eB} \pm \sqrt{\left(\frac{mv}{eB}\right)^2 - \frac{L^2}{4}}$ ($mv = p$: Impuls)

$\Rightarrow s = \frac{18\,GeV}{e \cdot 1{,}2\,T} - \sqrt{\left(\frac{18\,GeV}{1{,}2\,T}\right)^2 - \left(\frac{1{,}5\,m}{2}\right)^2} = 5{,}621\,mm$ ✓

(„+" kommt nicht in Frage, da s dann $\gg L$)

(3)

$\Delta p = (2{,}5\,\%) \cdot 18\,GeV = 0{,}45\,GeV$

$\Delta s = \frac{\partial s}{\partial p} \Delta p = \left(\frac{1}{eB} - \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{p}{eB}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}} \cdot \frac{2p}{(eB)^2}\right) \Delta p \approx 0{,}1406\,mm$

$\Rightarrow \frac{\Delta s}{s} = \frac{0{,}1406\,mm}{5{,}621\,mm} = 2{,}5\,\%$ ✓ (Genauigkeit Sagitta abs. und rel.)

$$(\Delta E_\gamma)^{\cancel{2}} = \sqrt{\Delta P_1^2 + \Delta P_2^2} \qquad \Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P$$

$$\Delta E_\gamma = \sqrt{2}\, \Delta P^{\cancel{2}}$$

$$\frac{\Delta E_\gamma}{E_\gamma} = \frac{\sqrt{2}\, \Delta P}{E_\gamma \simeq 2P} = \frac{\sqrt{2}}{2} \underbrace{\left(\frac{\Delta P}{P}\right)}_{=2} \equiv \underbrace{\sqrt{2}}_{\simeq 1,4} \%$$