Bonomo I Aprile 2019

$\boxed{\text{EX}}$ Fascio di pioni di corrente $I = 1\ \mu A$ $\boxed{11}$

su bersaglio di grafite ($C$, $\rho_C = 2\ g/cm^3$, $Z_C = 6$, $A_C = 12$)

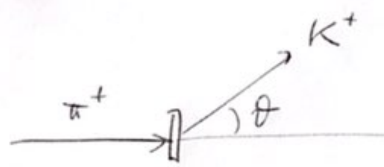
di spessore $d = 1\ cm$.

Si vogliono produrre $K^+$ tramite:

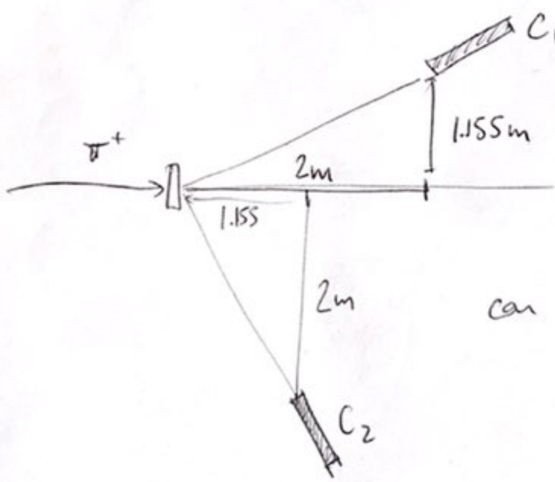
$$\pi^+ + C \rightarrow K^+ + X$$

La sezione d'urto differenziale del processo:

$$\frac{d\sigma(\pi C \rightarrow K + X)}{d\Omega} = \sigma_0 (1 + \alpha \cos\vartheta)$$




I $K^+$ sono rivelati da due contatori




con eff = 100%

$C_1$ e $C_2$ hanno sezione circolare con raggio $r = 5\ cm$

(a) si determina $\alpha$ sapendo che

$$\frac{\dot{N}_1}{\dot{N}_2} = 0.756$$

$C_1$ e $C_2$ stanno alla stessa distanza dal bersaglio

$$L = \sqrt{(2\,m)^2 + (1.155\,m)^2} = 2.31\,m$$

e hanno la stessa sezione $\Rightarrow$ coprono lo stesso angolo solido

$$\Delta\Omega = \frac{\pi r^2}{L^2} = 0.00147\ sr$$

$$\frac{\dot{N}_1}{\dot{N}_2} = \frac{\dot{N}_\pi\, \sigma(\vartheta_1)\cdot n_b \cdot d}{\dot{N}_\pi\, \sigma(\vartheta_2)\cdot n_b \cdot d} = \frac{d\sigma(\vartheta_1)/d\Omega}{d\sigma(\vartheta_2)/d\Omega}$$

$\uparrow$

in realtà $$\frac{\int_{C_1} \frac{d\sigma}{d\Omega}\, d\Omega}{\int_{C_2} \frac{d\sigma}{d\Omega}\, d\Omega} \sim \frac{\Delta\Omega\, d\sigma(\vartheta_1)/d\Omega}{\Delta\Omega\, d\sigma(\vartheta_2)/d\Omega}$$

se $\Delta\Omega$ piccolo, ma lo è

$$\Rightarrow \quad \frac{\dot N_1}{\dot N_2} = \frac{d\sigma(\vartheta_1)/d\Omega}{d\sigma(\vartheta_2)/d\Omega} = \frac{1+\alpha\cos\vartheta_1}{1+\alpha\cos\vartheta_2}$$

$$\shortparallel$$

$$0.756 \equiv R$$

dar
$$\begin{cases} \cos\vartheta_1 = \dfrac{2\,m}{L} = 0.866 \\ \cos\vartheta_2 = \dfrac{1.155\,m}{L} = 0.5 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \quad (1+\alpha\cos\vartheta_2)\,R = 1+\alpha\cos\vartheta_1$$

$$\vdots$$

$$\alpha = \frac{1-R}{R\cos\vartheta_2-\cos\vartheta_1} = -0.5$$

(b) Să determinăm $\sigma_0$ dacă $C_1$ contează $0.5\,K^+$/secundă

$$\sigma_1 = \int_{C_1} \frac{d\sigma}{d\Omega}\,d\Omega \sim \left.\frac{d\sigma}{d\Omega}\right|_{\vartheta_1} \Delta\Omega = \sigma_0\,(1+\alpha\cos\vartheta_1)\,\Delta\Omega$$

dar
$$\dot N_1 = \dot N_\pi \cdot n_b \cdot \sigma_1 \cdot d = \dot N_\pi \cdot n_b \cdot \sigma_0\,(1+\alpha\cos\vartheta_1)\,\Delta\Omega\, d$$

$$\hookrightarrow \dot N_\pi = \frac{I}{e} = \frac{10^{-9}\,A}{1.6\cdot 10^{-19}\,C} = 6.25\cdot 10^{9}\,s^{-1}$$

$$n_b = \frac{N_A \rho_C}{A_C} = \frac{6.022 \cdot 10^{23}}{12} \cdot 2 \sim 10^{23}\ \mathrm{cm}^{-3}$$

bersaglio è C

$$\Rightarrow \sigma_0 = \frac{\dot{N}_1}{\dot{N}_\pi\, n_b\, (1+\alpha\cos\vartheta_1)\, d\, \Delta\Omega} =$$

$$= \frac{0.5}{6.25 \cdot 10^{9} \cdot 10^{23}\,(1 - 0.5 \cdot 0.866) \cdot 0.00147 \cdot \overset{d}{1}}$$

$$= 9.6 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{cm}^2/\mathrm{sr}$$

$$= 0.96\ \mu b/\mathrm{sr}$$

(c) Si sostituisce il bersaglio di grafite con uno di idrogeno liquido ($H_2$, $\rho = 0.07\ g/cm^3$).
Assumendo che la sezione d'urto di prima sia la somma delle sezioni d'urto per nucleone (e che siano uguali per protoni e neutroni) quale è lo spessore di necessario per avere lo stesso rate di conteggi nei rivelatori?

Sezione d'urto per singolo nucleone

$$\frac{d\sigma_N}{d\Omega} \sim \frac{1}{A_c}\frac{d\sigma}{d\Omega}$$

⇒ la rate attesa con idrogeno è

$$\dot{N}_H = \dot{N}_\pi \cdot n_{b,H} \cdot \sigma_H \cdot d'$$

$$n_{b,H} = \frac{N_A \rho_H}{A_H} = \frac{6.022 \cdot 10^{23} \cdot 0.07}{2} = 4.2 \cdot 10^{22}\ \text{cm}^{-3}$$

$H_2 \Rightarrow A_H = 2$

$$\sigma_H = \frac{d\sigma_H}{d\Omega} \cdot \Delta\Omega$$

$$\frac{d\sigma_H}{d\Omega} = \frac{d\sigma_N}{d\Omega} \cdot A_H = \frac{A_H}{A_c}\frac{d\sigma}{d\Omega}$$

$$\Rightarrow \dot{N}_H = \dot{N}_\pi \cdot \frac{N_A \rho_H}{\cancel{A_H}} \cdot \frac{\cancel{A_H}}{A_c}\frac{d\sigma}{d\Omega}\Delta\Omega \cdot d'$$

prima avevamo trovato

$$\dot{N}_c = \dot{N}_\pi \rho_c \frac{N_A}{A_c}\frac{d\sigma}{d\Omega}\Delta\Omega\, d$$

per avere $\dot N_H = \dot N_c$

$$\dot N_\pi \frac{N_A \rho_H}{\cancel{A_H}} \frac{\cancel{A_H}}{A_c} \cancel{\frac{d\sigma}{d\Omega}} \cancel{\Delta\Omega} \cdot d' = \cancel{\dot N_\pi} \rho_c \frac{\cancel{N_A}}{\cancel{A_c}} \cancel{\frac{d\sigma}{d\Omega}} \cancel{\Delta\Omega}\, d$$

$$\Leftrightarrow \quad \rho_H d' = \rho_c d$$

$$\Rightarrow \quad d' = d \frac{\rho_c}{\rho_H} = 28.6 \text{ cm}$$

---

GIUGNO 2019

$\boxed{EX}$

Collider PEP.II a Stanford

$$\xrightarrow{e^-} \quad \xleftarrow{e^+}$$

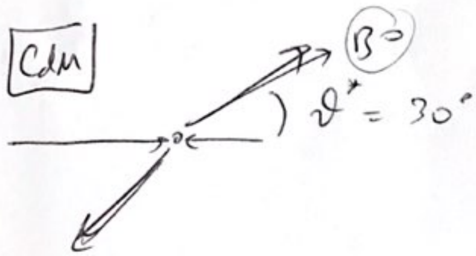
$E(e^-) = 9.1$ GeV

$E(e^+) = 3$ GeV

$$e^+e^- \to B^0 \bar{B}^0$$

$m_e = 0.5$ MeV

$m_B = 5.279$ GeV




(a) $E_{TOT}$ nel CdM e $\beta_{cm} = ?$

energia in gioco $\gg m_e \Rightarrow m_e \sim 0$

$$\cancel{p}\ \text{s.i.} = \begin{pmatrix} p(e^-) \\ 0 \\ 0 \\ p(e^-) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p(e^+) \\ 0 \\ 0 \\ -p(e^+) \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \quad P_{TOT} = \begin{pmatrix} p(e^-) + p(e^+) \\ 0 \\ 0 \\ p(e^-) - p(e^+) \end{pmatrix}$$

energia totale nel CdM $\equiv \sqrt{s} = \sqrt{\left(p(e^-)+p(e^+)\right)^2 - \left(p(e^-)-p(e^+)\right)^2}$

$$= \sqrt{12.1^2 - 5.9^2} = 10.6\,\text{GeV}$$

$$\beta_{cm} = \frac{P_{tot}}{E_{tot}} = \frac{5.9}{12.1} = 0{,}49$$

$$\gamma_{cm} = \frac{E_{tot}}{\sqrt{s}} = 1.15$$