

I Bonus per lo scritto del corso di Fisica Nucleare e Subnucleare I (A.A. 2014-2015)

Soluzione esercizio I

23/04/2015

1. L'esperimento BaBar utilizza un fascio di elettroni da 9.00 GeV e uno di positroni da 3.11 GeV che incidono frontalmente (head-on) per produrre particelle $\Upsilon(4s)$.

- a) Calcolare la massa delle particelle $\Upsilon(4s)$ prodotte.
- b) Calcolare il $\beta\gamma$ delle particelle $\Upsilon(4s)$ prodotte.

La $\Upsilon(4s)$ può poi decadere in una coppia di mesoni B carichi di massa ($\Upsilon(4s) \rightarrow B^+B^-$).

- c) Calcolare l'impulso massimo che i mesoni B assumono nel laboratorio.
- d) Esiste un angolo massimo, rispetto alla linea dei fasci, con cui vengono prodotti i mesoni B nel laboratorio? Se sì, quanto vale?

Soluzione:

a. Considerando $m_e \approx 0$, $\sqrt{s} = \sqrt{4E_1E_2} = 10.58$ GeV

b. Dalla conservazione dell'impulso, $p_\Upsilon = 5.89$ GeV. Da cui $\beta\gamma = p/m = 0.557$

c. Per i mesoni B vale $E^* = \sqrt{s}/2 = 5.29$ GeV. Da cui $p^* = \sqrt{(5.29)^2 - (5.279)^2} = 0.341$ GeV .

Per il centro di massa, vale $\beta_{CDM} = |\vec{p}_{tot}^{LAB}|/E_{tot}^{LAB} = 0.486$, $\gamma_{CDM} = E_{tot}^{LAB}/\sqrt{s} = 1.145$

L'impulso massimo viene misurato per mesoni B emessi a angolo $\theta^* = 0$, per i quali l'impulso perpendicolare al moto del centro di massa è nullo.

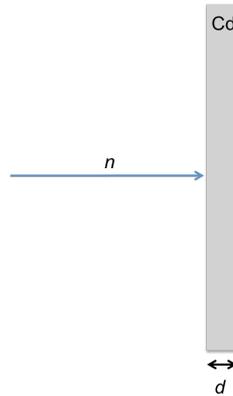
In tal caso vale $p = \gamma_{CDM}p^* + \beta_{CDM}\gamma_{CDM}E^* = 3.33$ GeV

d. $\beta^* = p^*/E^* = 0.0645$. $\beta^* < \beta_{CDM}$ quindi esiste un angolo massimo di emissione per il quale vale $\tan \theta_{MAX} = \frac{\beta^*}{\gamma_{CDM}\sqrt{\beta_{CDM}^2 - \beta^{*.2}}} = 0.117$,
da cui $\theta_{MAX} = 6.67^\circ$

Esercizio

Si vuole ridurre l'intensità di un fascio di neutroni al 5% del suo valore iniziale ponendo un foglio di cadmio davanti al fascio. La sezione d'urto di assorbimento del cadmio è $\sigma = 2500$ b. Quale deve essere lo spessore d del foglio di cadmio?

$$(M_{\text{Cd}} = 112 \text{ g/mol}, \rho = 8.7 \text{ g/cm}^3)$$



Soluzione

L'intensità del fascio, in funzione della distanza percorsa all'interno del bersaglio, è

$$I(x) = I_0 e^{-\mu x}$$

All'uscita dal bersaglio l'intensità del fascio è

$$I(d) = I_0 e^{-\mu d}$$

dove $\mu = n\sigma$ è il coefficiente di assorbimento con n la densità numerica degli atomi di cadmio.

$$n = \frac{\rho \times N_A}{M_{\text{Cd}}} = \frac{8.7 \text{ g cm}^{-3} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{112 \text{ g mol}^{-1}} = 4.7 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}.$$

Se si vuole che l'intensità del fascio risulti ridotta al 5% dell'intensità iniziale, ovvero

$$\frac{I(d)}{I_0} = e^{-n\sigma d} = \frac{5}{100}$$

deve essere

$$-n\sigma d = \ln\left(\frac{5}{100}\right)$$

da cui il foglio di cadmio deve avere spessore d :

$$d = -\frac{\ln\left(\frac{5}{100}\right)}{n\sigma} = \frac{\ln\left(\frac{100}{5}\right)}{4.7 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3} \times 2500 \times 10^{-24} \text{ cm}^2} = \boxed{0.026 \text{ cm.}}$$