

Appello di Settembre

Fisica Nucleare e Subnucleare I

5 Settembre 2022

Esercizio 1

1. Volete produrre pioni carichi π^+ facendo interagire fasci di protoni, in una interazione del tipo

$$p + p \rightarrow \pi^+ + \text{qualcosa.}$$

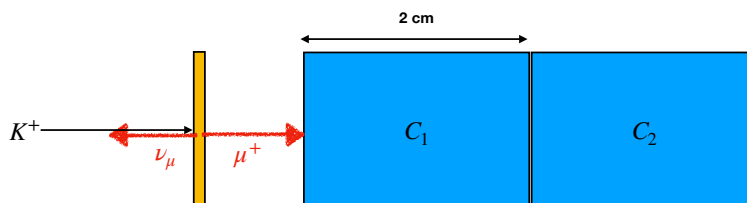
Scrivete una delle possibili reazioni che prevedono la produzione di almeno un π^+ , spiegando attraverso quale interazione avviene e specificando quali leggi di conservazione sono rispettate.

2. Siete riusciti a produrre un fascio di 5×10^{11} pioni carichi π^+ ogni secondo, con un impulso di 5 GeV. Calcolate l'intensità media in ampere del fascio quando il fascio ha raggiunto la fine di un tunnel di 200 m al cui interno è stato fatto il vuoto, ricordando che il pione non è una particella stabile.
3. Supponete ora che il tunnel sia invece riempito di elio allo stato gassoso monoatomico (${}^4_2\text{He}$, densità 0.1785 kg/m^3). Se la sezione d'urto di interazione fra π^+ ed atomi di elio è di 1.3 mb, calcolare la riduzione dell'intensità del fascio dovuta all'interazione pione-elio (trascurando in questo caso l'effetto del decadimento del pione).

Esercizio 2

Un fascio di K^+ incide su una lastra di scintillatore, all'interno della quale i K^+ si fermano, decadendo in $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$. Di fronte allo scintillatore viene posto un rivelatore Cherenkov (C_1) come in figura. Il rivelatore Cherenkov è spesso 2 cm, ha un indice di rifrazione $n=1.49$ e una densità $\rho = 1.2 \text{ g/cm}^3$. Si chiede:

1. Se il muone di decadimento incide sul rivelatore Cherenkov, è in grado di produrre un segnale?
2. Per ridurre il rate di falsi segnali nel rivelatore Cherenkov, se ne pone un secondo (C_2) identico al primo e dietro di esso come in figura. Il secondo rivelatore darà un segnale Cherenkov? Si considerino solo muoni che incidono perpendicolarmente al rivelatore, e si approssimi il $\frac{dE}{dx} = 2.5 \text{ MeV/g cm}^2$.



Part.	M [MeV/c ²]	I	I ₃	J ^{P(C)}	B	S	τ [s]
π ⁺	139.6	1	1	0 ⁻	0	0	2.6 10 ⁻⁸
π ⁻	139.6	1	-1	0 ⁻	0	0	2.6 10 ⁻⁸
π ⁰	135.0	1	0	0 ⁻⁺	0	0	8.4 × 10 ⁻¹⁷
K ⁺	493.7	1/2	1/2	0 ⁻	0	1	1.2 10 ⁻⁸
K ⁻	493.7	1/2	-1/2	0 ⁻	0	-1	1.2 10 ⁻⁸
K ⁰	497.6	1/2	-1/2	0 ⁻	0	1	non definita
\bar{K}^0	497.6	1/2	1/2	0 ⁻	0	-1	non definita
p	938.272	1/2	1/2	1/2 ⁺	1	0	stabile
n	939.565	1/2	-1/2	1/2 ⁺	1	0	8.79 × 10 ²
φ ⁰	1019.5	0	0	1 ⁻⁻	0	0	1.54 × 10 ⁻²²
ρ ⁰	770	1	0	1 ⁻⁻	0	0	4.5 × 10 ⁻²⁴
ρ ⁺	770	1	1	1 ⁻	0	0	4.5 × 10 ⁻²⁴
ρ ⁻	770	1	-1	1 ⁻	0	0	4.5 × 10 ⁻²⁴
f ₂ ⁰	1275.5	0	0	2 ⁺⁺	0	0	6.76 × 10 ⁻²¹
d(pn)	1875.6	0	0	1 ⁺	2	0	stabile
α(⁴ ₂ He)	3727.4	0	0	0 ⁺	4	0	stabile
Λ ⁰	1115.7	0	0	1/2 ⁺	1	-1	2.63 × 10 ⁻¹⁰
Σ ⁺	1189.4	1	1	1/2 ⁺	1	-1	8.01 × 10 ⁻¹¹
Σ ⁰	1192.6	1	0	1/2 ⁺	1	-1	7.4 × 10 ⁻²⁰
Σ ⁻	1197.3	1	-1	1/2 ⁺	1	-1	1.48 × 10 ⁻¹⁰
Ξ ⁰	1314.9	1/2	1/2	1/2 ⁺	1	-2	2.90 × 10 ⁻¹⁰
Ξ ⁻	1321.7	1/2	-1/2	1/2 ⁺	1	-2	1.64 × 10 ⁻¹⁰
Ξ ^{0*}	1531.8	1/2	1/2	3/2 ⁺	1	-2	7.23 × 10 ⁻²³
J/ψ	3096.9	0	0	1 ⁻⁻	0	0	7.2 × 10 ⁻²¹

Tabella 1: Massa (M), isospin (I , e sua terza componente I_3), spin (J), parità (P), coniugazione di carica (C), stranezza (S), numero barionico (B) e vita media (τ) di diverse particelle adroniche.

Part.	M [MeV/c ²]	τ [s]
e ⁻	0.511	stabile
μ ⁻	105.6	2.2 × 10 ⁻⁶
τ ⁻	1776	2.9 × 10 ⁻¹³
ν _{e/μ/τ}	0	stabile

Tabella 2: Massa (M) e vita media (τ) dei leptoni.

Costanti utili:

- $\hbar c = 197 \text{ MeV fm}$

- costante di normalizzazione per $\frac{dE}{dx}$ di ionizzazione: $C = 0.307 \text{ MeV g}^{-1} \text{ cm}^2$

Formule utili:

- Energia della particella B prodotta in un decadimento a due corpi $A \rightarrow B + C$, con A fermo:

$$E_B = \frac{m_A^2 + m_B^2 - m_C^2}{2m_A}$$