

Cadeira de Partículas Elementares

SÉRIE DE PROBLEMAS

SECÇÕES EFICAZES, MASSAS E TEMPOS

1) Calcule o número médio de interações por unidade de tempo numa câmara de bolhas de 2m com H₂ líquido ($\rho=0.0708$ g/cm³) quando um feixe de π^- de energia 3 GeV/c e de intensidade 10^7 s⁻¹ incide na câmara. A secção eficaz π^-p a esta energia é 13 mb.

2) Utilizando os seguintes parâmetros do LEP (colisões e+e-):

Circunferência	26.7 Km
Zonas de intersecção (experiências)	4
Nº de pacotes no acelerador (por espécie)	4
Nº de partículas por pacote	$4 \cdot 10^{10}$
Dimensões transversas do feixe	$h= 300 \mu\text{m}$ $v= 12 \mu\text{m}$
Energia do feixe	$E=M_Z/2$

- Determine a luminosidade nominal por experiência em nb⁻¹ s⁻¹.
- Determine o número de Z⁰ produzidos por dia sabendo que $\sigma(e+e^- \rightarrow Z^0)=30\text{nb}$ e admitindo uma eficiência global de 50%.
- Determine a secção eficaz mínima que se pode explorar num ano (10^7 s).

3) Considere as seguintes características nominais do LHC:

Número de <i>bunches</i> no acelerador	2835
Espaçamento entre <i>bunches</i>	25 ns
Energia máxima	7 TeV
Número de partículas por <i>bunch</i>	$1.1 \cdot 10^{11}$
Luminosidade	$10^{34} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

Calcule:

- A área de intersecção dos dois feixes.
- Número de interações por *beam crossing* (σ_{pp} a 14 TeV = 100 mb).
- A menor secção eficaz que se pode explorar num ano (10^7 s).

4) Calcule as suas dimensões (peso, altura, idade) em unidades do sistema natural.

5) Calcule a distância percorrida no vazio por um feixe de muões de impulsão 100 GeV até que a sua intensidade seja reduzida de um factor e.

6) Mostre que no sistema de unidades naturais:

$$\begin{aligned} 1 \text{ fm} &= 5.07 \text{ GeV}^{-1} \\ 1 \text{ mb} &= 2.57 \text{ GeV}^{-2} \\ 1 \text{ s} &= 1.52 \cdot 10^{24} \text{ GeV}^{-1} \end{aligned}$$

- 7) Calcule o tempo de vida em segundos de uma partícula cujo espectro de massa tem uma largura de ressonância $\Gamma=120$ MeV.
A largura do Z^0 medida em LEP é de 2.534 ± 0.027 GeV. Calcule o tempo de vida do Z^0 .
- 8) a) Mostre que a secção eficaz diferencial $E \cdot d^3\sigma/dp_3$ é invariante relativista.
($dp_3 = dp_x \cdot dp_y \cdot dp_z$).
- b) Obtenha uma relação entre $d^3\sigma/dp_3$ e a secção eficaz diferencial expressa em termos das variáveis P_T e P_L .
- 9) Sabe-se que a secção eficaz total de produção do ψ em colisões p-W é de 950 nb. Dispõe-se de um feixe de prótons de 10^8 partículas por impulso do acelerador. O período de repetição do acelerador é de 12s. As dimensões transversais do feixe são 2×2 mm². O alvo de tungsténio tem uma secção circular de diâmetro 20mm e uma espessura de 10mm. A aparelhagem experimental detecta os ψ produzidos com uma eficiência de 20%.
- Qual o número de ψ 's detectados em 24h de feixe.
- 10) O decaimento $\pi \rightarrow \mu \nu_\mu$ pode ser utilizado para estabelecer um limite superior na massa do neutrino ν_μ .
Estime a precisão de medida da impulsão necessária para obter um limite na massa do neutrino de 0.5 MeV com 95% de nível de confiança.
- 11) Compare no referencial do CM o espaço de fases dos decaimentos do π^- em $\mu^- \bar{\nu}_\mu$ e em $e^- \bar{\nu}_e$. Qual é o modo de decaimento que deve ser favorecido?