Física Nuclear e de Partículas

Prova de Partículas
Segundo Semestre de 2002

Todos devem fazer as questões 18, 19, 24 e mais as indicadas na tabela abaixo:

Aline	1	7	14	17	22
Carlos	3	7	15	16	21
Carolina	2	8	15	17	23
Cristina	5	8	14	17	20
Filipe	4	9	14	16	20
Franciole	6	10	14	16	22
Frank	1	9	15	17	21
George	2	11	15	16	23
Marcelo	6	13	15	17	20
Maria	3	12	15	16	22
Thiago	4	11	14	17	23

1. Que distância um feixe de μ de 1 MeV percorre, no vácuo, antes que sua intensidade caia à metade do valor inicial?

2. Que distância um feixe de μ de 50 GeV percorre, no vácuo, antes que sua intensidade caia à metade do valor inicial?

3. Que distância um feixe de π de 1 MeV percorre, no vácuo, antes que sua intensidade caia à metade do valor inicial?

4. Que distância um feixe de π de 50 GeV percorre, no vácuo, antes que sua intensidade caia à metade do valor inicial?

5. Calcule a energia cinética de prótons que possuem momento linear 5 MeV/c.

6. Calcule a energia cinética de prótons que possuem momento linear 1 GeV/c.

7. Como se pode distinguir, experimentalmente, um neutron de 45 GeV de um fóton de mesma energia?

8. Calcule a energia cinética de um próton que tenha comprimento de onda de 1 fm. Diga se este próton é relativistico.

9. Supondo que o maior campo magnético que se pode obter vale 50KG e que seria possível construir um acelerador situado ao longo do equador terrestre. Qual seria a energia máxima que se poderia fornecer a um próton?

10. Como é possível obter feixes de partículas instáveis?

11. Por que a produção de pares é mencionada como sendo um processo de interação da radiação com a matéria?

12. Quais são os ângulos Cherenkov para elétrons e píons de momento igual a 1GeV/c em um radiador que possui índice de refração 1.4?

13. Um feixe de elétrons de 10 GeV de energia tem uma corrente de $10^8 A$. Calcule o fluxo supondo que ele está focalizado em uma área de $0,5 cm^2$.

14. Mostre que a energia disponível quando uma partícula de massa m_1 e energia E_1^{LAB} é lançada de encontro a outra, de massa m_2 e em repouso no laboratório, é dada por $W = c\sqrt{2E_1^{LAB} m_2}$ e calcule a energia disponível para os seguintes casos:

    (a) Um próton de 1 TeV colide com outro, em repouso no laboratório;

    (b) Um elétron de 25 GeV colide com outro, de mesma energia e momento linear oposto.

15. Mostre que a energia máxima que pode ser transferida para um elétron, inicialmente em repouso, ao ser atingido por uma partícula de energia cinética T e massa M é $\frac{m_e}{M} T$ se $M >> m_e$.

16. Suponha que a reação $p\pi \rightarrow n\pi^- \pi^+$ não há formação de estado intermediário. Calcule os valores máximo e mínimo que pode ser encontrado para a massa invariante dos dois píons.

17. Suponha que um sistema quântico possua um estado instável de energia E_0 e largura Γ. Mostre que a probabilidade de se encontara o sistema em um estado de energia E é dado por:

$$P(E) = \frac{\Gamma}{2\pi} \frac{1}{(E - E_0)^2 + (\Gamma/2)^2}$$

18. Suponha que um sistema descrito pela equação $H_o|\psi >= E|\psi >$ possui dois estados ortonormais degenerados $|E >$ e $|D >$ de energia E_o e que obedecem a:

$$P|E >= |D > \quad eP|D >= |E > .$$

    Introduz-se um termo perturbativo H_{int} de forma que o novo Hamiltoniano comute com o operador de paridade, P. Calcule as autofunções simultâneas,$|S >$ e $|A >$, de H_o e P. Mostre que:

(a) $< A|H|S >= 0$;

(b) $< A|H_{int}|A >= E' - \Delta E$ e

(c) $< S|H_{int}|S >= E' + \Delta E$.

Onde $< D|H_{int}|D >=< E|H_{int}|E >= E'$ e $< D|H_{int}|E >=< E|H_{int}|D >= \Delta E$.

Suponha que o sistema esteja, no instante $t = 0$ no estado $|E >$ e que sua função de onda é dada por:

$$|\Psi(t) >= \alpha(t)|E > +\beta(t)|D > .$$

Calcule a probabilidade de se ancontrar a partícula no estado $|D >$ em função de t. Comente o resultado.

19. Sabendo que o Hamiltoniano de interação de uma partícula de massa m e carga e com um campo eletromagnético descrito pelo potencial vetor

$$\vec{A} = \sqrt{\frac{2\pi\hbar^2 c^2}{E_\gamma \nu}}\vec{\epsilon}\left\{exp[\frac{i}{\hbar}(\vec{p}_\gamma.\vec{r} - E_\gamma t)] + exp[\frac{i}{\hbar}(\vec{p}_\gamma.\vec{r} + E_\gamma t)]\right\}$$

é dado por:

$$H_{em} = \frac{e}{mc}\vec{p}.\vec{A};$$

calcule o elemento matriz entre os estados α e β e mostre que na aproximação de dipolo ($exp(\frac{i}{\hbar}\vec{p}.\vec{r}) = 1$) ele é dado por:

$$< \beta|H_{em}|\alpha >= \sqrt{\frac{2\pi c E_\gamma}{V}}e\vec{\epsilon}. < \beta|\vec{r}|\alpha >$$

onde V é o volume da região de interação.

Considerando que a densidade de estados de fótons é dada por

$$d\rho(E) = \frac{E_\gamma V}{(2\pi\hbar c)^3}d\Omega$$

mostre que a probabilidade de emissão de um fóton segundo um ângulo sólido $d\Omega$, por unidade de tempo, quando um sistema faz uma transissão do estado α para o estado β é dada por:

$$d\omega_{\beta\alpha} = \frac{e^2 E_\gamma^3}{2\pi\hbar^4 c^3}|\vec{\epsilon}. < \beta|\vec{r}|\alpha > |^2 d\Omega$$

20. De uma justificativa para que o decaimento $\pi^o \rightarrow \gamma\gamma$ ser um decaimento eletromagnético. Como pode haver um decaimento eletromagnético num processo em que não há carga elétrica?

21. De uma evidência experimental para a existência de tres cores.

22. O que é a nuvem hadrônica de um fóton? Por que ela só é importante a altas energias?

23. Procure na literatura alguns exemplos que mostrem que os decaimentos em que há variação de estranheza são sempre menos prováveis que aqueles em que ela é conservada. Use seus exemplos para estimar o valor do ângulo de Cabibbo.

24. Considere um campo vetorial $\vec{V}$ com três componentes em um espaço interno de isospin e uma transformação unitária

$$U = exp[ig\vec{I} \cdot \vec{\xi}(\vec{r}, t)],$$

onde $\vec{I}$ e $\vec{\xi}$ são vetores desse mesmo espaço.

Se a relação de comutação entre as componentes de $\vec{I}$ é $[I^a, I^b] = \epsilon_{abc} I^c$ e definindo a derivada covarânte como

$$D_\mu = \nabla_\mu + ig\vec{I} \cdot \vec{V}_\mu,$$

mostre que para a primeira ordem em $\vec{\xi}(\vec{r}, t)$ a imposição da invariância

$$D'_\mu \Psi' = U D_\mu \Psi$$

implica na definição do potencial

$$\vec{V}'_\mu = \vec{V}_\mu - \nabla_\mu \vec{\xi} + g\vec{V}_\mu \times \vec{\xi}.$$