F885 Física de Partículas I
Turma A
2° Semestre de 2016
Lista 2

1. Assista a (pelo menos) algum seminário nas próximas semanas e faça um resumo deste.

2. Obtenha o terceiro termo na expansão da amplitude T_{fi}, em analogia com o primeiro e o segundo termo obtidos na Seção 3.5 do Halzen.

3. Mostre se esta quantidades é um quadrivetor:

   $(\rho, \vec{J})$

   Nota:
   Existem várias possibilidades de provar isto. Uma rota é estudar a forma do quadrivetor corrente no eletromagnetismo e ver se é um quadrivetor. Outra rota é pela equação da continuidade, dado que a contração de um quadrivetor com uma quantidade é uma constante, então necessariamente a quantidade também é um quadrivetor. Façam as contas das duas formas.

4. Foi dito em aula que as equaçãoes de Maxwell podem ser escritas em forma covariante

   $$\partial^\nu F_{\mu\nu} = \mu_0 J^\nu \quad \partial_\lambda F^{\mu\nu} + \partial_\mu F^{\nu\lambda} + \partial_\nu F^{\lambda\mu} = 0$$

   respectivamente as equações não-homogêneas e homogêneas das equações de Maxwell. Aqui J^μ é a quadri-corrente, e o tensor F é $F^{\mu\nu} \equiv \partial^\mu A^\nu - \partial^\nu A^\mu$. Escreva as equações de Maxwell em termos dos potenciais escalares e vetoriais. Use o calibre de Lorentz, $\left(\vec{\nabla}.\vec{A} + \frac{1}{c^2}\frac{\partial U}{\partial t}\right)$ para reescrever como duas equações somente em função do potencial escalar e somente do potencial vetorial.

5. A Equação de Klein-Gordon é escrita na forma .

   $$-\frac{\partial^2}{\partial t^2}\phi + \nabla^2\phi = m^2\phi$$

(a) Ache a densidade de carga e a densidade de corrente associada com esta Equação. Escreva na forma da quadricorrente j^μ.

(b) Assuma uma solução tipo onda plana e calcule a expressão da densidade de carga e da densidade de corrente. Discuta as duas possíves soluções da Equação de Klein-Gordon para E> 0 e para E< 0.

(c) Assumindo covariança da Equação de Klein-Gordon, como o campo se comporta por transformações de Lorentz?

(d) No item anterior você obteve uma relação entre a solução da Equação de Klein-Gordon entre dois referenciais diferentes. Reescreva a transformação na forma passiva e obtenha como gerar a solução no referencial S′ em relação ao referencial S na forma $\phi'(x) = S\phi(x)$? Escreve a versão diferencial desta equação e veja se a quantidade S tem alguma interpretação física? Esta quantidade é chamada gerador da transformação. A Equação 2.11 do Halzen pode ser útil. Lembre que você deve ver o efeito da paridade nas derivadas da equação de Klein-Gordon.

(e) Como a solução da Equação de Klein-Gordon se comporta por transformação de Paridade (paridade é a transformação das coordenadas por x $\to x' = -x$ e t$\to t' = t$.)?

6. Mostre a Equação 4.15 do Halzen:

$$A^\mu = -\frac{1}{q^2}\, j^\mu_{(2)} \quad q = p_D - p_B$$

7. Exercício 4.2 do Halzen. Mostre que as quantidades dQ, F e a seção de choque diferencial no sistema centro de massa é

$$F = 4p_i\sqrt{s} \quad dQ = \frac{1}{4\pi^2 s}\left(\frac{p_f}{4\sqrt{s}}\right) d\Omega \quad \left.\frac{d\sigma}{d\Omega}\right|_{\text{cm}} = \frac{1}{64\pi^2 s}\left(\frac{p_f}{p_i}\right)|\mathcal{M}|^2$$

aqui temos que $d\Omega$ é o elemento do ângulo sólido ao reador de $\vec{p}_C$. $s = (E_A + E_B)^2$, $|\vec{p}_A| = |\vec{p}_B| = p_i$, $|\vec{p}_C| = |\vec{p}_D| = p_f$.

8. Encontre a expressão 4.42 do Halzen.

$$\mathcal{M}_{e^-e^+\to e^-e^+}(p_A, p_B, p_C, p_D) = \mathcal{M}_{e^-e^-\to e^-e^-}(p_A, -p_D, p_C, -p_B)$$

9. Sejam dosi sistemas inerciais S e S' que correspondem ao sistema CM e sistema laborátorio (Veja as notas do curso de Vicente Pleitez, http://sites.ifi.unicamp.br/orlando/files/2015/07/peI_2014.pdf.).

   (a) Desenhe a configuração de momento que define o sistema CM e do sistema laboratório.

   (b) Qual é a transformação de Lorentz do momento e da energia entre os dois sistemas de referência ? Como achamos a velocidade relativa entre os dois sistemas?

   (c) Mostre explicitamente que os moments e as energias em cada sistema satisfazem a relação de Einstein entre a energia e o momento.

10. Faça o exerçício 4.4 do Halzen:

    (a) Ache a amplitude de $e^-\mu^+ \to e^-\mu^+$.

    (b) Ache a amplitude de $e^-\mu^+ \to e^-\mu^+$ através do crossing da reação $e^-\mu^- \to e^-\mu^-$ calculada na seção 4.2 do Halzen.

11. Ache as expressões 5.45 do Halzen:

$$
\begin{aligned}
s &= 4\left(k^2 + m^2\right) \\
t &= -2k^2\left(1 - \cos\theta\right) \\
u &= -2k^2\left(1 + \cos\theta\right)
\end{aligned}
$$

    quais são as regiões permitidas de s,t e u conforme a Figura 4.7 do Halzen.