

F140 Física de Partículas I
Turma B
2º Semestre de 2014
Lista 3

1. Assista a um seminário e descreva o que você entendeu do seminário. A lista de seminários está em <http://portal.ifi.unicamp.br/seminarios-do-drcc> e no dia 09 de outubro as 11h no Auditorio Meson-pi haverá um seminário sobre CRPROPA.
2. Muitas das características da Equação de Dirac vem das propriedades das matrizes $\vec{\alpha}$ e β , definidas no capítulo 5 do Halzen.
 - (a) Determine se estas matrizes são hermitianas, tem traço zero, tem dimensionalidade par e com autovalores ± 1 .
 - (b) E sobre as matrizes γ^μ , definidas na Seção 5.1 do Halzen ? São hermitianas, tem com traço zero ? Encontre a menor dimensão possível das matrizes γ de Dirac.
 - (c) As propriedades demonstradas nos item anteriores são para 4 dimensões: três dimensões espaciais e uma temporal. Refaça a demonstração para 4 dimensões espaciais e uma temporal. Quais são as propriedades das matrizes α e β neste caso? qual a dimensão delas?
3. A parte espinorial da Equação de Dirac: as funções $u_A^{(s)}$ com $s=1,2$ e $u_A^{(s+2)}$ são usadas para interpretar o significado das soluções . Ache as soluções $u_A^{(s)}$ com $s=1,2$ e $u_A^{(s+2)}$ com $s=1,2$. Qual a energia e a helicidade destes estados?
4. Calcule o estado de helicidade de $\lambda = \frac{1}{2}$ com momento $p' = (p \sin \theta, 0, p \cos \theta)$. O momento p' pode ser pensado como a rotação de um ângulo θ do vetor $p = (a, b, c)$, ache a, b e c deste vetor. A solução achada do estado de helicidade de $\lambda = \frac{1}{2}$ com momento p' como se relaciona com o estado de helicidade de $\lambda = \frac{1}{2}$ com momento $p = (0, 0, p)$. Como você interpreta esta relação?

5. O spin é incluído automaticamente na Equação de Dirac.
- (a) Mostre que o momento angular total: \vec{J} definido como a soma do momento angular orbital \vec{L} e do momento angular intrínscio $\frac{1}{2}\vec{\Sigma}$: $\vec{J} \equiv \vec{L} + \frac{1}{2}\vec{\Sigma}$ comuta com o Hamiltoniano, os passos estão no exercício Halzen 5.4.
6. As propriedades do espinor de Dirac frente a transformação de Lorentz são diferentes das mais conhecidas, como escalares e quadrivetores.
- (a) Mostre que a expressão 5.59 do Halzen é uma solução da equação 5.57, mostrando que S_L como definido é a transformação de Lorentz entre $\psi'(x')$ e $\psi(x)$.
- (b) Assuma que a transformação 5.58 do Halzen é uma rotação (tome cuidado com índices repetidos, são traíçores nesta conta) e encontre a relação explícita entre $\psi'(x')$ e $\psi(x)$. Mostre que no caso que o ângulo de rotação é 2π , temos que o espinor muda de sinal!! (Sugestões Veja Nachtmann, página 61, seção 4.3. Como você interpreta o caso de uma rotação de 2π altera o estado de uma partícula de spin 1/2.
7. A relação entre helicidade e quiralidade é em geral confusa nos livros de partículas, devido por razões históricas, a quiralidade sempre era introduzida a partir de neutrinos, onde se acreditava que os neutrinos tivessem massa nula (Isto não é verdade mais, se informe com o seu fenomenólogo de neutrinos favorito).. No limite de massa nula, a quiralidade se confunde com a helicidade e desta forma a quiralidade era introduzida. Isto não é verdade mais e precisamos ser mais precisos. Por esta razão não leia a seção 5.7 do Halzen. Leia a seção 7.4 do Bettini, página 245.
- (a) Qual a helicidade do estado de partícula do espinor ψ_L ?
- (b) Encontre o estado de mão direita quiral do espinor de quatro componentes em analogia ao feito na equação 7.41 e 7.42 do Bettini.
- (c) Ache a expressão da componente superior do estado de mão direita quiral. No caso limite de massa zero, qual é a helicidade do estado da componente superior do estado de mão direita quiral ?
- (d) Faça um quadro comparativo da quiralidade e da helicidade a partir da informação do texto do Bettini:

	Invariança de Lorentz	Comuta com o Hamiltoniano	Mensurável
Quiralidade			
Helicidade			

(e) Ache um sistema que foi medido a quiralidade e a helicidade.

8. Os bilineares espinoriais são as quantidades de interesse em física de partículas. Vamos encontrar como algumas quantidades mudam por Transformações de Lorentz e por paridade.

(a) A quantidade $\bar{\psi}(x)\gamma^5\gamma^\mu\psi$ como se comporta por transformação de Lorentz, S_L e de paridade, S_P ?

(b) A quantidade $\bar{\psi}_L(x)\gamma^\mu\psi_L$, onde ψ_L é o estado de mão direita: $\psi_L \equiv \frac{1}{2}(1 - \gamma_5)\psi$, como se comporta por transformação de Lorentz, S_L e de paridade, S_P ?

(c) A quantidade γ^μ , como se comporta por transformação de Lorentz, S_L ?