

Estructura de la materia IV

1^{er} cuatrimestre 2007 - Daniel De Florian

Primer recuperatorio (10/07/2007)

1. (3p) En el LHC (Large Hadron Collider), que comenzará a funcionar en uno meses en Europa, van a colisionar frontalmente, según el caso, protones contra protones y iones pesados contra iones pesados.

- (a) (1.5p) Sabiendo que cuando colisionan protones contra protones lo hacen a una energía de centro de masa de 14 TeV , en el sistema de un protón (donde uno de los protones está quieto y el otro se acerca a alta velocidad), ¿qué energía trae el protón que se esta moviendo?
- (b) (1.5p) Sabiendo que cuando colisionan iones pesados estos consisten en el núcleo desnudo del plomo (Pb), cuya masa atómica es de 207, ¿a qué velocidad deberán acelerarlos para que en su colisión tengan una energía de centro de masa de 1150 TeV ? (Que es la que se buscará en el LHC.)

Ayuda: $1 \text{ TeV} = 10^3 \text{ GeV}$, si no posee calculadora puede dejar los resultados en función de variables y después hacer una estimación adecuada.

2. 3.5p Considere las siguientes reacciones en las cuales se supone que se conserva el isospín,

$$\begin{aligned}\Sigma^0 K^0 &\rightarrow \rho^- p \\ \Sigma^0 K^+ &\rightarrow \rho^0 p \\ \Sigma^+ K^+ &\rightarrow \rho^+ p.\end{aligned}$$

- (a) 1.75p Dado que se mide $m_{\rho^-} \approx m_{\rho^0} \approx m_{\rho^+}$ y que no existen ρ^{++} ni ρ^{--} , halle el isospín total y la proyección de isospín sobre z para cada una de las partículas $\rho^{\pm,0}$. Justifique todos sus pasos y conclusiones.
- (b) 1.75p Halle la relación entre las secciones eficaces de cada una de las reacciones.

Ayudas: $\Sigma^+ = uds$ y $\Sigma^0 = uus$ están en el mismo triplete, $K^0 = d\bar{s}$ y $K^+ = u\bar{s}$. (Este es el contenido de quarks, no la función de onda.)

3. (3.5p) Dada la ecuación de Dirac para una partícula cargada,

$$(i\gamma^\mu(\partial_\mu - ieA_\mu) - m)\psi(x) = 0,$$

considere la operación "conjugación de carga", definida por medio de $\psi^c = C\psi^*$, donde el operador C satisface $C^2 = 1$, $C^\dagger = C$, $C(\gamma^\mu)^* C = -\gamma^\mu$.

- (a) Muestre que si ψ satisface la ecuación de Dirac con carga e , entonces ψ^c satisface la misma con carga $-e$.
- (b) Halle en la representación de Dirac una posible opción para el operador C .

4. (extra puntos (1.5p)) Suponga que de algún modo lo llegan a acelerar a la velocidad a la que se mueve un protón dentro del *beam* del LHC, pero en modo lineal no circular. Si usted mide que se mueve a esa velocidad durante un año y después lo dejan quieto. Suponiendo que los efectos de aceleración y desaceleración se pudiesen despreciar, ¿en qué año se hallaría al cabo de este experimento?

Fórmulas

La representación de Dirac viene dada por

$$\gamma^0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad \gamma^i = \begin{pmatrix} 0 & \sigma^i \\ -\sigma^i & 0 \end{pmatrix} \quad \gamma^5 = i\gamma^0\gamma^1\gamma^2\gamma^3. \quad (1)$$

Donde σ^i son las matrices de Pauli,

$$\sigma^1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \sigma^2 = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix} \quad \sigma^3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Producto directo de tres representaciones fundamentales de los grupos $SU(2)$ y $SU(3)$:

$$\begin{aligned} SU(2) : & \quad 2 \otimes 2 \otimes 2 = 4_S \oplus 2_{M_S} \oplus 2_{M_A} \\ SU(3) : & \quad 3 \otimes 3 \otimes 3 = 10_S \oplus 8_{M_S} \oplus 8_{M_A} \oplus 1_A \end{aligned} \quad (3)$$

Nota: Tiene 3 hs. para resolver el examen. En cada ítem de cada ejercicio, una justificación y un razonamiento correctos dan la mitad de los puntos, y un resultado correcto da la otra mitad. Se aprueba con 6 puntos o más; entre 5 y 6 puntos es un "Aprobado –", que quiere decir que tiene la oportunidad de recuperar la fracción de punto faltante con lo que le sobra de 6 en su nota del segundo parcial/recuperatorio; y con menos de 5 puntos no se aprueba el examen.