

Estructura de la materia IV

2^{do} cuatrimestre 2007

Primer recuperatorio (13/12/2007)

1. (3.5p) El acelerador de partículas LEP funcionó en el CERN desde 1989 hasta 1999 y en él se descubrió el bosón Z^0 , cuya masa es de 90 GeV. En este acelerador colisionaban electrones contra positrones.
 - (a) (1p) En el sistema centro de momentos, ¿qué energía debe tener el electrón para que se pueda crear un Z^0 ?
 - (b) (1p) ¿A qué velocidad del electrón corresponde esta energía? (También en el sistema centro de momentos.)
 - (c) (1p) En el sistema en el cual una de las dos partículas se halla en reposo, en cambio, ¿qué energía debe tener la otra partícula para que se pueda crear un Z^0 ?
 - (d) (0.5p) Concluya cómo convino hacer al acelerador LEP: (i) que una de las partículas esté en reposo y la otra la colisione, o (ii) que ambas partículas colisionen en sentidos opuestos con energías iguales.
2. (3.5p) Un sistema formado por dos bariones, A y B , posee una proyección de espín total sobre el eje z de $3\hbar$ y una carga total nula.
 - (a) (0.8p) Indique a cuál multiplete de espín corresponde la partícula A y a cuál B .
 - (b) (0.8p) Sabiendo que la carga de A es $q_A = +1$, ¿cuál o cuáles son los posibles valores de extrañeza de B ? ¿Y si fuese $q_A = -1$?
 - (c) (0.9p) Para el caso de $q_A = +1$, y sabiendo que A posee un solo quark s , escriba la función de onda de A correspondiente a la parte espín-sabor en su máxima proyección de espín sobre el eje z .
 - (d) (1p) Para el caso de $q_A = +1$ y suponiendo que A posee un solo quark s , calcule el momento magnético de la partícula A . (Puede expresar el resultado en función de los momentos magnéticos de los quarks.)
3. (3p) Salvo en el punto c), no suponga ninguna representación particular para los operadores.
 - (a) (0.5p) Muestre que $\{\gamma^5, \gamma^2\} = 0$ usando la definición de γ^5
 - (b) (1.5p) Dé un ejemplo de un operador O tal que:
 - i. (0.5p) $\psi^\dagger O \psi$ sea un escalar
 - ii. (0.5p) $\psi^\dagger \gamma^5 O \psi$ sea la componente 2 de un cuadrivector
 - iii. (0.5p) $\bar{\psi} \gamma^2 \gamma^5 O \gamma^0 \psi$ sea la energía de un fermión con espinor ψ
 - (c) (1p) Muestre que las componentes de la cuadri-corriente de Dirac son reales.
4. (extra punto (1p)) Suponga que de algún modo lo llegan a acelerar a la velocidad a la que se movía un electrón dentro del LEP, 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 $SU(3)$:

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

Momento magnético de un fermión: un fermión de carga q y masa m posee un momento magnético

$$\mu = \frac{q}{2m} \quad (4)$$

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.