

FÍSICA DE PARTÍCULAS - 3

(problemas con * a entregar hasta el 17 de noviembre del 2004)

21. * Considere la difusión elástica $A + B \rightarrow A + B$ en el referencial de laboratorio (B en reposo), asumiendo que el blanco es muy pesado (energía de retroceso pequeña); calcule la sección eficaz diferencial.

22. Considere $1 + 2 \rightarrow 3 + 4$ en el referencial de laboratorio (partícula 2 en reposo), siendo 3 y 4 partículas sin masa. Calcule la sección eficaz diferencial.

23. Considere $1 + 2 \rightarrow 1 + 2$ en el referencial de laboratorio.

a) Calcule la sección eficaz diferencial.

b) Escriba la formula anterior para $m_1 = 0$.

24. * En la teoría ABC,

a) es posible el proceso $A \rightarrow B + B$?

b) Si hay n_A líneas externas de A, n_B de B, y n_C de C, derive un criterio que permita decidir si un proceso es permitido.

c) Si A es muy pesado, indique que otros decaimientos son posibles, además de $A \rightarrow B + C$, y dibuje los diagramas.

25. * Calcule la sección eficaz diferencial y la total para $A + A \rightarrow B + B$ en el CM y el LAB para $m_B = m_C = 0$. Considere la expresión para el caso no relativista y ultra-relativista.

26. Espinores:

a) muestre que para $u^{(1)}$ y $u^{(2)}$ la componente de abajo, u_B es de orden v/c respecto a la de arriba u_A ,

b) construya los espinores de helicidad definida $u^{(+)}$ y $u^{(-)}$.

27. * Espín en la ecuación de Dirac:

a) construya el hamiltoniano para la ecuación de Dirac,

b) calcule el conmutador con el momento angular orbital L,

c) ídem con S,

d) muestre que H conmuta con $L + S$,

e) muestre que cada biespinores es autoestado de S^2 . Determine entonces el valor del espín para una partícula que obedece la ecuación de Dirac.

28. a) El operador conjugación de carga se define como $\psi_c = i \gamma^2 \psi^*$, calcule los conjugados de carga para $u^{(1)}$ y $u^{(2)}$ y compárelos con $v^{(1)}$ y $v^{(2)}$.

b) Escriba la condición de normalización para los espinores u y v .

c) Muestre que $\psi^\dagger \gamma^0 \gamma^\mu \psi$ es un 4-vector polar.

d) Muestre que el cuadriespinores que representa un electrón en reposo es autoestado de P . ¿Cuánto vale la paridad intrínseca? ¿Y para un positrón? ¿Cómo cambia la paridad si se cambia el de signo en la definición del operador P ?

29. Gauge:

a) muestre que siempre se puede elegir un gauge en el que $A^0 = 0$,

b) considere una transformación de gauge de un potencial de onda plana:

$$A^\mu(x) = a e^{-i/\hbar p \cdot x} \epsilon^\mu(s),$$

usando la función de gauge $\lambda = i \hbar k a e^{-i/\hbar p \cdot x}$. Muestre que esta es una función λ admisible y que esta transformación de gauge tiene por efecto transformar $\epsilon^\mu \rightarrow \epsilon^\mu + k p^\mu$. (este resultado muestra que un resultado invariante gauge tiene que permanecer invariante ante este cambio). ¿Para que valor de k se tiene el gauge de Coulomb?

30. a) Escriba una fórmula para el cálculo de trazas en el caso de $v-v$ y mixto $u-v$, $v-u$.

b) muestre que $\gamma^0 \gamma^\mu \dagger \gamma^0 = \gamma^\mu$

c) Si Γ es un producto de matrices gamma, muestre que $\gamma^0 \Gamma^\dagger \gamma^0$ es el mismo producto pero tomado en orden inverso.

31. * a) Calcule la amplitud para la aniquilación $e + e \rightarrow \gamma + \gamma$.

b) Calcule la amplitud promediada en espines para la difusión $e-e$ (asuma altas energías, i.e. $m_e=0$). En el CM, calcule la sección eficaz de difusión en estas hipótesis.

b) ídem para $e-\mu$ en el CM a altas energías ($m, M = 0$).

c) calcule la sección eficaz diferencial en el CM para el proceso anterior, en función de la energía E del electrón y del ángulo de difusión.