2017 - FÍSICA DE PARTÍCULAS – 7

44.

a) Calcule la fracción relativa de decaimiento para $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$ dado que el ancho parcial es $\Gamma(K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0) = 1.2 \times 10^{-8}$ eV y la vida promedio del kaón es $\tau(K^+) = 1.24 \times 10^{-8}$ s.

b) En un colisionador e^+ - e^- diseñado como una factoría de Higgs y a una energía en el centro de masa de 250 GeV, la sección eficaz del proceso $e^+ + e^- \rightarrow H + Z$ es 250 fb. Si el colisionador tendrá una luminosidad de 2×10^{34} cm^{-2} s^{-1} y opera el 50% del tiempo, calcule cuántos bosones de Higgs se producen en un año de funcionamiento.

45.

Hera, acelerador que funcionaba en Alemania, colisonaba electrones a 27.5 GeV con protones a 920 GeV. Calcule la energía disponible en el centro de masa y la escala de distancias en el protón que podía explorar.

46.

a) Verifique que la representación de matrices de Dirac dada en clase cumple
$\{\gamma^\mu , \gamma^\nu\} = 2 g^{\mu\nu}$.

b) Calcule el factor de normalización N para los espinores de Dirac con impluso definido para los espinores $u^{(1)}$, $u^{(2)}$, $v^{(1)}$ y $v^{(2)}$.

c) Verifique que los espinores $u^{(1)}$ y $u^{(2)}$ son ortogonales en el sentido definido en clase:
$u^{(1)\dagger} u^{(2)} = 0$. Idem para $v^{(1)}$ y $v^{(2)}$.

d) 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 . Esto permite en el límite no relativista hacer un desarrollo en v/c, mientras que en el caso relativista u_A y u_B son del mismo orden y este desarrollo no es posible.

47.

a) Considere que en una transformación de Lorentz el espinor de Dirac se transforma de la siguiente forma $\Psi' = S\,\Psi$. Si este espinor satisface la ecuación de Dirac en las nuevas coordenadas deduzca que S debe satisfacer la condición:

$$S^{-1} \gamma^\mu S\, \partial x^\nu/\partial x'^{\mu} = \gamma^\nu$$

b) Verifique que la matriz S dada en clase para una transformación de Lorentz en la dirección x satisface la condición anterior.

c) Si la transformación de Lorentz es paridad muestre que la condición anterior tiene la solución para S dada en clase: $S= K\,\gamma^0$, siendo K una constante arbitraria que suele tomarse k=1.

d) Calcule la paridad para un espinor de Dirac correspondiente a un electrón en reposo, llamada paridad intrínseca. Idem para un positrón (observe que $P= \gamma^0$ está definido a menos de una constante multiplicativa, de forma que el resultado anterior muestra que partícula y antipartícula tienen paridades intrínsecas opuestas).

48.
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 $v^{(2)}$.

49.
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:

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

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 $\varepsilon^\mu \to \varepsilon^\mu + kp^\mu$. (este resultado muestra que un resultado invariante gauge tiene que permanecer invariante ante este cambio). ¿Para qué valor de k se tiene el gauge de Coulomb?

50.
a) Escriba una formula 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 de Dirac, muestre que $\gamma^0\Gamma^\dagger\gamma^0$ es el mismo producto pero tomado en orden inverso.

51.
Este problema es una guía para seguir el cálculo de la disfusión $\mu+e\rightarrow\mu+e$ en QED.
a) Dibujar el diagrama de Feynman de más bajo orden para este proceso en QED.
b) Usando las reglas de Feynman, escribir la amplitud para el proceso (ver ec. 7.106 en Griffiths, 2ª ed.).
c) Siguiendo el ejemplo 7.5 y problema 7.29, escribir la amplitud de probabilidad para el proceso $<|\mathcal{M}|^2>$ promediada en espines iniciales y sumando en finales: ver ec. 7.115 y ec. 7.126.
d) Evaluar las trazas en la ecuación anterior. Ver ejemplo 7.6. Obtener ecuación 7.129.
e) Partiendo de la expresión hallada en d) obtener $<|\mathcal{M}|^2>$ para la disfusión $\mu+e\rightarrow\mu+e$ en el referencial del CM en el régimen de alta energía (m, M $\to 0$, con m masa del electrón y M masa del muón).
f) Hallar la sección eficaz diferencial $d\sigma/d\Omega$, con E la energía inicial del electrón y θ el ángulo de desviación respecto al eje de la colisión. Ver ejercicio 7.38.