2017 - FÍSICA DE PARTÍCULAS – 6

33.
La regla de Fermi permite calcular en mecánica cuántica la *probabilidad de transición por unidad de tiempo para un estado inestable* (partícula, núcleo, nivel atómico molecular), y el resultado es una CONSTANTE llamada λ, constante de desintegración.

a) Calcule la probabilidad de que una partícula no decaiga en el intervalo (0,t), dividiendo el mismo en n intervalos y haciendo finalmente el límite $n \rightarrow \infty$; deduzca la ley de desintegración radioactiva a partir de este resultado.

b) A partir de la ley de desintegración radioactiva deduzca ahora que la probabilidad de desintegración para una partícula, por unidad de tiempo, es λ constante para cualquier tiempo t.

c) Considere $P_n(t+\Delta t)$ la probabilidad de observar n decaimientos en el intervalo $(0,t+\Delta t)$, y obtenga una ecuación que relacione su derivada temporal con $P_{n-1}(t)$ y $P_n(t)$. Obtenga a partir de esta ecuación una expresión para $P_n(t)$, usando la condición límite $P_n(0)=0$.

d) Calcule con $P_n(t)$ el número medio de desintegraciones $<N>$ en (0,t) y la dispersión $\Delta N = (<(N - <N>)^2>)^{1/2} = (<N^2> - <N>^2)^{1/2}$.

e) Calcule la probabilidad de observar entre $<N> - \Delta N$ y $<N> + \Delta N$ partículas desintegrándose en el intervalo (0,t). Compare con la distribución normal (68,2827..%) para diferentes valores de $<N>$ (4, 100, 10000, 90000, por ejemplo).

34.
Si en el experimento de Cronin y Fitch de violación de CP se producen kaones neutros K^0 de 1500 MeV de energía, estime cuál es la fracción de K_s y K_L que se espera encontrar luego que los kaones recorren una distancia de 30m. Si se obtivieron 45 eventos de 22700, indique con qué desviación (σ) eso se aparta de conservación de CP (o la presencia predicha de K_s).

35.
a) Un neutrino muónico de 1 GeV es enviado contra un bloque de 1 m de espesor de hierro-56, cuya densidad es 7874 kg/m^3. Si la sección eficaz de la interacción neutrino-nucleón a esa energía es $\sigma = 8 \times 10^{-39}$ cm^2 calcule la probabilidad de interacción del neutrino con el bloque.
b) Una partícula avanza según el eje de un cilindro de área A, en el que hay ρ partículas por unidad de volumen. Si la sección eficaz de interacción de la partícula incidente con las del ciilndro es σ calcule la longitud del cilindro para que la probabilidad de interacción sea aproximadamente uno. Esta longitud λ se llama camino libre medio ($\lambda=1/\rho\ \sigma$).

36.
Use la regla de oro para el decaimiento del pión neutro en dos fotones $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$. El pión es una partícula compuesta por quarks, de forma que el cálculo es complicado, pero use la fórmula vista en clase para el decaimiento en dos partículas para estimar el valor de la vida media. La amplitud se puede escribir teniendo en cuenta que tiene dimensiones de impulso, y hay solo una masa y una velocidad disponibles. Por otra parte la emisión de cada fotón introduce en la amplitud un factor $\alpha^{1/2}$ (α: constante de estructura fina). Compare el resultado obtenido con el valor experimental.

37.
a) Obtenga que para la dispersión 1+2 en el CM $[(p_1 \cdot p_2)^2 - (m_1 m_2 c^2)]^{1/2} = (E_1+E_2)\,|\mathbf{p}_1|/c$.
b)Calcule la expresión anterior en el LAB, con la partícula 2 en reposo.

38. Considere la difusión elástica A + B → A + B en el referencial de laboratorio (B inicial en reposo), asumiendo que el blanco es muy pesado ($m_b c^2 >> E_a$ y entonces energía de retroceso pequeña); calcule la sección eficaz diferencial.

39. Considere 1 + 2 → 3 + 4 en el referencial de laboratorio (partícula 2 en reposo), siendo 3 y 4 partículas sin masa. Calcule la fórmula para la sección eficaz diferencial.

40. Considere 1 + 2 → 1 + 2 en el referencial de laboratorio.
a) Calcule la fórmula para la sección eficaz diferencial.
b) Escriba la formula anterior para $m_1 = 0$.

En la teoría de juguete ABC: (ejs. 40, 41 y 42)

41.
a) ¿Es posible el proceso A → B + B ?
b) Si hay n_A líneas externas de A, n_B de B, y n_C de C, obtenga un criterio que permita decidir si un proceso es permitido.
c) Si A es muy pesado, indique qué otros decaimientos son los más probables y posibles, además de A → B + C, y dibuje los diagramas.

42. Dibuje los diagramas para la difusión A + A → A + A. Calcule la amplitud a más bajo orden asumiendo que $m_B = m_C = 0$. Exprese el resultado en función de una integral en un cuadri-momento q.

43. Calcule la sección eficaz diferencial y la total para A + A → B + B en el CM y el LAB para $m_B = m_C = 0$. Calcule la expresión para el caso no relativista y el ultra-relativista.