

Física de Radiaciones 1
Hoja 5 - 2020 – Instituto de Física

38. Considere un sistema (átomos, núcleos), de tamaño típico a , que emite cuantos de energía $\hbar\omega$ con una potencia media \bar{P} . Se puede definir la vida media a $\tau = \frac{\hbar\omega}{\bar{P}}$ y el inverso numérico $1/\tau$ como la tasa de transiciones (transiciones por unidad de tiempo).

a. Si el sistema emite radiación dipolar eléctrica, estime $1/\tau$ usando la fórmula clásica de electrodinámica dada en clase. Aplique el resultado, verificando las hipótesis de distancia para el desarrollo multipolar en zonas lejanas, para átomos en los que $a \simeq 1\text{Å}$ y cuando la energía típica emitida tiene longitud de onda del visible. Repita para núcleos con $a \simeq 1\text{fm}$ y energías del orden del MeV.

b. Repita el cálculo para radiación dipolar magnética. Asuma que para sistemas atómicos y nucleares $\vec{m} = \frac{e\vec{L}}{2mc}$ y que $|\vec{L}| \simeq \hbar$. Calcule $1/\tau$ para átomos y núcleos y compare con la parte a.

c. Repita para la radiación cuadrupolar. Exprese el resultado de $1/\tau$ en función de a y λ y compare con a. y b. para átomos y núcleos.

39. Cuando una partícula cargada se acerca (o se aleja) de una superficie conductora, se emite radiación relacionada con el cambio del dipolo formado por la carga y su imagen. Si la partícula tiene masa m y carga q , encuentre la potencia total radiada como función de la altura z de la carga con respecto al plano.

40. Dos partículas idénticas de masa m y carga q se mueven inicialmente con velocidad v_0 con sentidos opuestos. Calcule la energía electromagnética radiada por estas partículas en una colisión frontal. Asuma que el movimiento es no relativista y que la única fuerza presente es la fuerza de Coulomb entre ellas. Asuma que la distancia entre ellas inicial y final es muy grande.

41. En el LHC, en el que colisionan protón-protón, la luminosidad es $L = 10^{34}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$.

a. Calcule en número de choques p-p si la sección eficaz total es de 110 mbn.

b. Si la sección eficaz para producir un bosón de Higgs es 50 femtobn calcule el número de bosones de Higgs que se producen en un día.

42. Radiación de Thomson. Considere un electrón libre sobre el que incide una onda plana electromagnética de frecuencia ω y amplitud E_0 y polarización lineal.

a. Calcule la potencia media radiada por el electrón, acelerado por la onda. Indique en qué condiciones este cálculo es válido.

b. Indique en qué condiciones se puede despreciar los efectos del campo magnético de la

onda incidente sobre el electrón.

c. Calcule la sección eficaz diferencial y la total. Expresar los resultados en función del "radio clásico" del electrón: $r_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e c^2} \approx 2.82 \text{ fm}$.

43. Considere una carga que se mueve con vector velocidad \mathbf{v} constante.

a. Encuentre el tiempo retardado para un punto de observación \mathbf{r} en un tiempo t .

b. Escriba los potenciales escalar y vector en función de c , t , r , \mathbf{r} y \mathbf{v} .

c. Muestre que la expresión anterior para el potencial escalar se puede escribir:

$$V(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R\sqrt{1 - v^2 \sin^2 \theta / c^2}}$$

donde R es el módulo del vector $\mathbf{R} = \mathbf{r} - \mathbf{v} t$, y θ el ángulo entre \mathbf{R} y \mathbf{v} .

d. Calcule los campos eléctrico y magnético para dicha carga a partir de los potenciales de Lienard Wiechert calculados:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\hat{\mathbf{z}}}{(\hat{\mathbf{z}} \cdot \mathbf{u})^3} [(c^2 - v^2)\mathbf{u} + \hat{\mathbf{z}} \times (\mathbf{u} \times \mathbf{a})], \quad \mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{c} \hat{\mathbf{z}} \times \mathbf{E}(\mathbf{r}, t), \quad \mathbf{u} \equiv c \hat{\mathbf{z}} - \mathbf{v},$$

e. Grafique las líneas de campo para los siguientes valores de β : 0.1, 0.5 y 0.9.

44. Considere una partícula de carga q que se mueve a velocidad constante. Calcule la potencia total que atraviesa un plano perpendicular al movimiento de la partícula que se ubica a una distancia d de la partícula. Calcule el valor máximo de esta potencia para electrones y diferentes distancias (fermi, angstrom, micra, cm, ...)

45. Considere una partícula ultra-relativista con velocidad paralela a la aceleración. a.

Calcule, en función de γ , el ángulo con distribución angular de potencia máxima.

b. Para electrones de energía 200 MeV calcule ese valor.

c. Para el ángulo calculado en a., calcule el valor de la distribución angular de potencia.

d. Calcule el valor numérico de c. para electrones de 200 MeV de energía.