

Física Teórica 1 - 1^{er} cuatrimestre de 2010 - 2^{do} parcial (7/7)

Problema 1: Una esfera hueca cargada en superficie se expande y se contrae uniformemente. Su radio varía en el tiempo como $r(t) = \frac{1}{2}(1 + \cos \omega t) r_0$, con $r_0 \omega \ll c$. En $t = 0$ la densidad superficial de carga es $\sigma(\theta) = \sigma_0 \cos \theta$.

1. Calcular los campos de radiación \mathbf{E}_{rad} y \mathbf{B}_{rad} , indicando separadamente las contribuciones de los términos dipolar eléctrico, dipolar magnético y cuadrupolar eléctrico.
2. Graficar cualitativamente \mathbf{E}_{rad} y \mathbf{B}_{rad} sobre la superficie de una esfera.
3. Calcular la potencia media emitida por unidad de ángulo sólido. Graficar cualitativamente en función de la dirección.
4. Calcular la potencia media total emitida en todas direcciones.

Problema 2: Una partícula de masa m y carga q se mueve en un plano perpendicular a un campo magnético \mathbf{B} constante y uniforme.

1. Calcular la energía total emitida por unidad de tiempo en función de los datos m , q , B , y del parámetro relativista γ .
2. Si a tiempo $t = 0$ la partícula tiene una energía $E_0 = \gamma_0 m c^2$, mostrar que el tiempo t para el cual su energía es $E = \gamma m c^2 < E_0$, está dado por

$$t \simeq \alpha \left(\frac{1}{\gamma} - \frac{1}{\gamma_0} \right),$$

donde la aproximación corresponde a asumir que $\gamma \gg 1$. Dar el valor de α en términos de los datos del problema.

Problema 3. Experimento de Fizeau: Un líquido transparente, que tiene índice de refracción n , real e independiente de la frecuencia, se mueve respecto al laboratorio con velocidad $\mathbf{v} = v \hat{x}$. Ondas electromagnéticas planas pueden propagarse dentro del líquido en la dirección \hat{x} , tanto a favor como en contra de la corriente.

1. Encontrar la relación entre k y ω en el sistema de laboratorio para las ondas que se propagan en el líquido, distinguiendo los casos en que las ondas viajan a favor y contra la corriente.
2. A partir de la relación anterior, demuestre que, a primer orden en v , la velocidad de propagación de las ondas en el sistema de laboratorio es

$$u = \frac{c}{n} \pm v \left(1 - \lambda n^{-\alpha} \right).$$

Indique los valores numéricos de λ y α y a qué dirección de propagación corresponde cada signo.