

Recuperatorio del segundo Parcial de Física Teórica 1 (2do C. – 2005)

P1. Un modelo simplificado de ionosfera la considera como un medio descrito por la constante dieléctrica:

$$\varepsilon(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \quad ; \quad \omega_p^2 = \frac{4\pi n e^2}{m}$$

Considere a la tierra como rodeada por este medio no magnético comenzando bruscamente a una altura h y extendiéndose hasta el infinito.

- a) Muestre a partir de las ecuaciones de Fresnel que para $\omega > \omega_p$ ($\varepsilon < 1$) hay un margen de ángulos de incidencia para los cuales la reflexión no es total, pero que para ángulos mayores que un cierto valor hay reflexión total y las ondas electromagnéticas son devueltas a la tierra. Muéstrelas para ambas polarizaciones TE y TM. *Ayuda:* Evalúe el módulo del coeficiente de reflexión.
- b) Demuestre que para ondas TE el cociente entre la amplitud reflejada y la amplitud incidente (coeficiente de reflexión) puede escribirse como:

$$r(x) = \frac{x - \sqrt{x^2 - 1}}{x + \sqrt{x^2 - 1}} \quad \text{donde} \quad x = \frac{\cos(i)}{\cos(i_l)} \quad \text{con } i_l : \text{ángulo límite.}$$

Grafique cualitativamente la potencia asociada a la onda reflejada en función de x .

- c) Un radioaficionado que opera a una longitud de onda de 21 metros encuentra que al principio de la tarde puede recibir estaciones que distan más de 1000 km, pero no más próximas. Suponiendo que las señales se reflejan en la capa F de la ionosfera situada a una altura efectiva de 300 Km, obtenga el ángulo límite y con él calcule la frecuencia de plasma ω_p .

P2. Un observador en un sistema inercial S mide los campos eléctrico y magnético: $\mathbf{E}=(0,a,a)$ y $\mathbf{B}=(2a,0,0)$, donde a es un valor no nulo. Otro observador en un sistema S' realiza la misma medición y obtiene: $\mathbf{E}'=(0, a, E'_z)$ y $\mathbf{B}'=(7a/4, B'_y, 0)$:

- a) Determine E'_z y B'_y en función de a (Considere que $E'_z < 0$).
- b) Sabiendo que el sistema S' se mueve respecto de S con una velocidad $\vec{\beta} = \frac{\vec{v}}{c} = \beta \hat{y}$, determine los valores de β .

P3. Una partícula de carga e efectúa un movimiento circular no relativista en el plano xy :

$$x(t) = R \cos(\omega t) \quad , \quad y(t) = R \sin(\omega t)$$

- a) Calcule los momentos dipolar eléctrico y dipolar magnético en función del tiempo. Expréselos en sus componentes armónicas.
- b) Calcule los campos de radiación \vec{E} y \vec{B} en un punto $(r, \theta, \phi = 0)$.
- c) Calcule el valor medio de la potencia total irradiada (puede partir de la fórmula de Larmor).
- d) Esta partícula se mueve en un campo magnético uniforme en la dirección z , de modo que

$$\omega = \frac{eB_0}{mc} \quad . \quad \text{Calcule la energía mecánica en términos de } R. \quad \text{Expresar la potencia media}$$

irradiada en función de la energía de la partícula y haciendo el balance energético obtenga una ecuación para la energía de la partícula en función del tiempo. Calcule el tiempo en el que la energía decae a la mitad.