2do Parcial de Física Teórica 1 – 2do Cuatrimestre 2009

Problema 1. Una onda plana con polarización lineal y frecuencia ω_0 en el sistema laboratorio (S) incide desde el vacío sobre un buen conductor semi-infinito de conductividad σ ($\mu = \varepsilon = 1$) que se mueve con velocidad $\mathbf{v}$ paralela a su superficie respecto de S (ver dibujo). Respecto de un observador fijo al conductor, el campo eléctrico incidente tiene polarización lineal en la dirección $\hat{z}$, amplitud E'_0 e incide normalmente al conductor.

a) Calcule la corriente $\mathbf{J}'(\mathbf{r}', t')$ que se induce sobre el conductor en su sistema propio. ¿Qué diferencia de fase tendría con el campo eléctrico incidente si fuera un conductor *perfecto*?. Justifique.

b) ¿Cuánto vale la presión que ejercen los campos EM sobre la corriente calculada en a) según un observador en el sistema propio del conductor?

c) ¿Cuál es el espaciado de franjas de interferencia que mediría un observador en el laboratorio, S?. Justifique.

Problema 2. Considere dos planos infinitos en reposo en el sistema S. Los planos se encuentran perpendiculares entre sí. Uno tiene densidad de carga uniforme $\sigma_0 > 0$ y por el otro plano circula una corriente superficial uniforme $g_0 = c\sigma_0$ en la dirección $\hat{y}$ (ver dibujo).

a) Calcule el potencial eléctrico $\phi(\mathbf{r}', t')$ que mide un observador que se mueve con velocidad constante $\mathbf{v} = v_0(\cos\alpha\,\hat{x} + \sin\alpha\,\hat{z})$ en la región del espacio con $y > 0$ y $z > 0$.

b) ¿Es posible que ese observador mida sólo campo eléctrico o magnético para algun valor de α y v_0? En caso afirmativo calcule α y v_0. Justifique.

c) Un electrón ($m_e, e < 0$) se mueve inicialmente en la dirección $\hat{z}$ en la zona $y > 0, z > 0$ medido en S. ¿Hacia donde se dirige un instante después?,¿Cómo depende del sentido de su velocidad? Describa cualitativamente el movimiento posterior.

Problema 3.

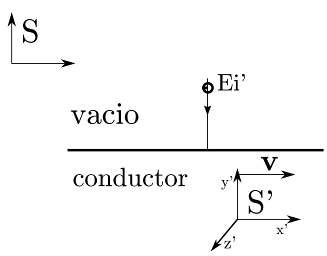
Considere un capacitor en el vacio formado por dos discos de radio a separados una distancia $\ell \ll a$, como se muestra en la figura. La densidad de carga en los discos se supone uniforme, y oscilan en fase como $\sigma(t) = \pm\sigma_0\cos(\omega t)$ (ver dibujo).

a) Obtenga la contribución dipolar eléctrica ($r \gg \ell, a, \omega/c$) al campo eléctrico de radiación $d\mathbf{E}(\mathbf{r})$ debida a la carga oscilante en los elementos de área $\rho' d\phi' d\rho'$ de ambos discos. Indique explicitamente que aproximaciones realiza.

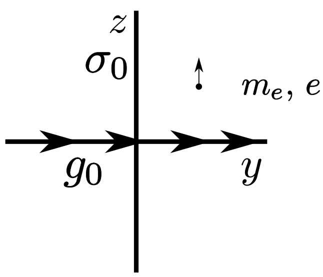
b) Calcule los campos de radiación totales $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$ y $\mathbf{H}(\mathbf{r}, t)$ e indique su polarización.

c) Analice el caso límite de onda larga, $ka \ll 1$.

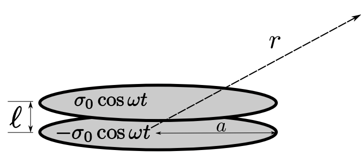
d) Obtenga la distribución angular, $\langle \frac{dP}{d\Omega} \rangle$, de la radiación emitida por el capacitor. Dibujela cualitativamente para los casos $ka \ll 1$ y $ka \gg 1$.



Problema 1



Problema 2



Problema 3

Fórmulas que pueden ser útiles:

$$\int_0^{2\pi} e^{i\alpha\cos\phi}\,d\phi = 2\pi J_0(\alpha), \quad \int_0^b r\,J_0(r)\,dr = bJ_1(b), \quad \mathbf{E}' = \gamma(\mathbf{E} + \boldsymbol{\beta}\times\mathbf{B}) - \frac{\gamma^2}{\gamma+1}\boldsymbol{\beta}(\boldsymbol{\beta}\cdot\mathbf{E})$$

$$\mathbf{B}' = \gamma(\mathbf{B} - \boldsymbol{\beta}\times\mathbf{E}) - \frac{\gamma^2}{\gamma+1}\boldsymbol{\beta}(\boldsymbol{\beta}\cdot\mathbf{B}), \quad x'_0 = \gamma(x_0 - \boldsymbol{\beta}\cdot\mathbf{x}), \quad \mathbf{x}' = \mathbf{x} + \frac{(\gamma-1)}{\beta^2}(\boldsymbol{\beta}\cdot\mathbf{x})\boldsymbol{\beta} - \gamma\boldsymbol{\beta}x_0$$