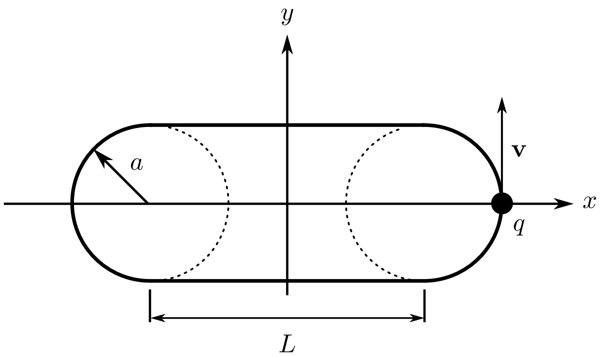
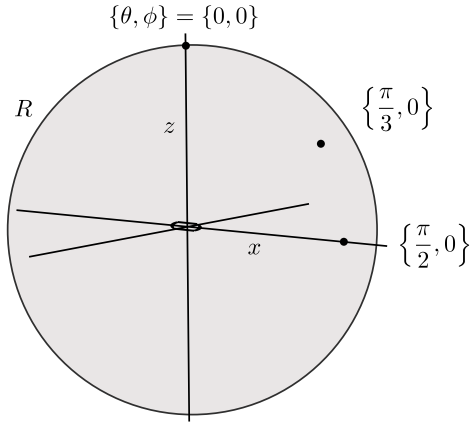
FÍSICA TEÓRICA 1 – 1er. cuatrimestre de 2016
Segundo Parcial (4/7, en horas de la mañana)

1. Una carga q se mueve en el plano xy siguiendo el circuito de la figura en sentido antihorario. El módulo de su velocidad es constante e igual a v. El movimiento es no relativista. Los campos son observados en la zona de radiación sobre una esfera de radio R tal que, a tiempo $t = 0$, la imagen de la carga está donde muestra la figura de la izquierda. Considere las tres direcciones representativas indicadas en la figura de la derecha.





   (a) Dibuje para cada una de estas direcciones una secuencia de figuras (como si fueran los cuadros de una animación) que muestre la evolución del vector campo eléctrico, al primer orden no nulo en el desarrollo multipolar, durante un período a partir de $t = 0$. Indique los parámetros que caracterizan la evolución: fase inicial, polarización (especificar completamente), tiempos de encendido y apagado, duración del período, etc.

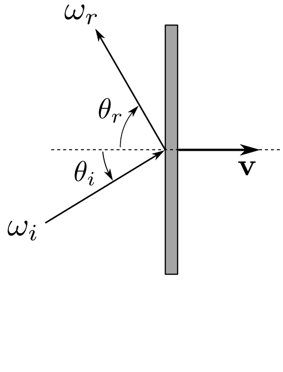
   (b) Graficar para cada dirección el módulo al cuadrado del campo eléctrico en función del tiempo durante un período a partir de $t = 0$.

   (c) Calcular la energía emitida durante un período.

2. Sobre un espejo plano (conductor ideal) que se mueve con velocidad $\mathbf{v}$ paralela a su normal incide una onda plana de frecuencia ω_i, como muestra la figura. La incidencia es de tipo TE, con una amplitud E.

   (a) Encuentre la frecuencia de la onda reflejada y el ángulo de reflexión.

   (b) Encuentre las amplitudes de los campos $\mathbf{E}_r$ y $\mathbf{B}_r$ que caracterizan a la onda reflejada. ¿Sigue siendo una onda TE?



3. En el problema de las tres capas de la guía de ondas planas, una lámina dieléctrica de índice de refracción n_2 y espesor d separa dos medios semiinfinitos con índices n_1 y n_3. En todo el espacio es $\mu = 1$. Cuando una onda plana incide sobre la interfase que separa los medios 1 y 2, formando un ángulo θ con la normal, se encontraba que el campo reflejado y el transmitido estaban dados por

$$\frac{E_r}{E_i} = \frac{R_{12} + R_{23}e^{2i\alpha}}{1 + R_{12}R_{23}\,e^{2i\alpha}}, \qquad \frac{E_t}{E_i} = \frac{T_{12}T_{23}e^{i\alpha}}{1 + R_{12}R_{23}\,e^{2i\alpha}},$$

donde R_{ij} y T_{ij} son los coeficientes de Fresnel de reflexión y transmisión para una sola interfase y $\alpha = n_2 \cos\theta' \omega d/c$. Suponga que $n_1 = n_3 > 1$ y que $n_2 = 1$ y que la onda incidente es de tipo TE e incide con un ángulo θ mayor al ángulo crítico (pero no muy próximo a este) correspondiente al problema de una sola interfase.

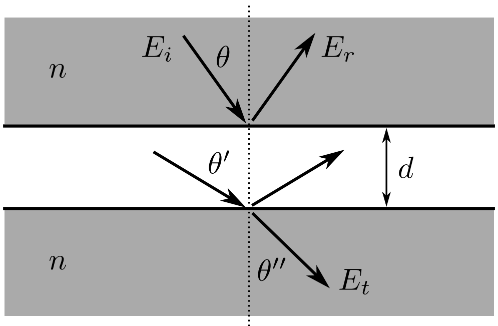
(a) ¿Cuánto vale θ''?

(b) Halle la amplitud de la onda reflejada en el primer medio y la de la onda transmitida en el tercero.

(c) Verifique que para $d = 0$ y $d \to \infty$ se recuperan los resultados previsibles. ¿Cuál es la escala de longitud con la que debe compararse d para saber si el problema puede aproximarse por alguno de esos dos casos?

(d) Encuentre el comportamiento de la amplitud de la onda transmitida cuando d es próximo a cero y cuando $d \to \infty$. Es decir, diga cómo tiende la amplitud a los valores límite hallados en el ítem anterior.

(e) Usando esas expresiones, encuentre en cada caso el valor medio de la componente normal del vector de Poynting en el tercer medio.



Fórmulas útiles:

- $\cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$.
- El campo de radiación de una carga no relativista: $\mathbf{E}_{\rm rad}(\mathbf{R}, t) = \dfrac{q}{cR}\,\hat{R} \times \left(\hat{R} \times \dot{\boldsymbol{\beta}}\right)_{t'}$.
- El campo de radiación hasta orden $1/c$ para un sistema acotado:

$$\mathbf{E}_{\rm rad}(\mathbf{R}, t) = \frac{\hat{R}}{c^2 R} \times \left[\hat{R} \times \ddot{\mathbf{d}} + \frac{1}{6c}\hat{R} \times \dddot{\mathbf{D}} + \ddot{\mathbf{m}}\right]_{t-R/c}.$$

- La transformación relativista de los campos: $\mathbf{E}' = \mathbf{E}_{||} + \gamma\left(\mathbf{E}_\perp + \boldsymbol{\beta} \times \mathbf{B}\right), \mathbf{B}' = \mathbf{B}_{||} + \gamma\left(\mathbf{B}_\perp - \boldsymbol{\beta} \times \mathbf{E}\right)$.
- Una integral: $\displaystyle\int d\Omega \cos^2\theta = \frac{4\pi}{3}$.