Pauta Examen, Física Contemporánea FI34A-01 (2008)

Profesor Claudio Romero, Auxiliares Jocelyn Dunstan y Carolina Milad

PREGUNTA 1

Parte A

A partir de la longitud de onda se obtiene la frecuencia: $\omega = \frac{2\pi c}{\lambda_0}$ y $\vec{k} \cdot \vec{r} = cos\theta\, x + sen\theta\, z$. Por otra parte sabemos que $\vec{k} \times \vec{E} = 0$ y que la onda está polarizada en el plano xz, de modo la onda plana queda expresada como:

$$\vec{E} = Ee^{i[cos\theta x + sen\theta z + \frac{2\pi c}{\lambda_0} t]}(-sen\theta\,\hat{x} + cos\theta\,\hat{z})$$

Parte B

A partir de la forma del campo eléctrico inferimos que $\vec{k} = \frac{2}{3}\pi\hat{x}$ y $\omega = 2\pi \times 10^8$, de modo que usando la relación $\vec{B} = \frac{\vec{k}\times\vec{E}}{\omega}$ obtenemos:

$$\vec{B} = 10^{-7}\, cos(2\pi \times 10^8\, t - \frac{2}{3}\pi\, x)\,\hat{z}$$

Parte C

Puesto que el eje de transmisión es paralelo al vector $\vec{t} = \frac{1}{2}\hat{y} + \frac{\sqrt{3}}{2}\hat{z}$, es en esa dirección en la que se permite que pase el campo eléctrico. El campo eléctrico forma un ángulo de $\beta = 60°$ con este eje de transmisión, de modo que si usamos la ley de Malus: $I_e = I_i\, cos^2\beta$, tenemos que $E' = cos^2(60°)E_i\,\hat{t}$. Si ahora volvemos a los ejes iniciales x, y, z obtenemos:

$$\begin{aligned} E'_x &= 0 \\ E'_y &= \frac{1}{8}\, 30\, cos(2\pi \times 10^8\, t - \frac{2}{3}\pi\, x) \\ E'_z &= \frac{\sqrt{3}}{8}\, 30\, cos(2\pi \times 10^8\, t - \frac{2}{3}\pi\, x) \end{aligned}$$

Parte D

Usando la relación para la incidencia normal $\frac{E_R}{E_I} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$ donde $n_1 = 1$ por incidir desde el vacio y $n_2 = n$ es el índice de refracción del medio obtenemos que la intensidad de la onda reflejada es:

$$E_R = \frac{1-n}{1+n} \times 30\, cos(2\pi \times 10^8\, t - \frac{2}{3}\pi\, x)$$

PREGUNTA 2: $S^{'}$ MOVENDOSE SEGÚN $\hat{x}$

Parte A

En el sistema S tenemos que:

$$\begin{array}{lll} t_A = 0 & x_A = 0 & y_A = 0 \\ t_B = 3 & x_B = 0 & y_B = 3\,c \end{array}$$

En el sistema $S^{'}$ se sincronizan relojes de modo que:

$$\begin{array}{lll} t'_A = 0 & x'_A = 0 & y'_A = 0 \\ t'_B = 5 & x'_B = ? & y'_B = ? \end{array}$$

Usando $\Delta t' = \gamma(\Delta t - v\Delta x/c^2)$ obtenemos que $\Delta t'_{AB} = \gamma\Delta t_{AB}$ de donde podemos despejar la velocidad:

$$v = \frac{4}{5}c$$

Parte B

Usando $\Delta x'_{AC} = \gamma(\Delta x_{AB} - v\Delta t_{AC})$ obtenemos que:

$$\Delta x'_{AC} = -8c$$

Parte C

Para obtener la energía de los fotones en S' basta con conocer como cambia la frencuencia de la luz en este sistema. Usando la fórmula de efecto Doppler (tambien puede obtenerse a partir de las transformaciones de energía) se tiene que:

$$E' = \gamma h\nu = \frac{5}{3}E$$

Parte D

Para encontrar la dirección de la onda electromágnetica usamos las relaciones de transformación de velocidades:

$$u'_y = \frac{u_y}{\gamma(u_y/c - v\,u_x/c^2)}$$
$$u'_x = \frac{u_x - v}{(1 - v\,u_x/c^2)}$$

Recordando que $u_y = c$ y $u_x = 0$ se obtiene que:

$$\tan\theta' = \frac{u'_y}{u'_x} = -\frac{3}{4}$$

Nota: Esta es solo una de las posibles formas de resolver este problema, la cual podría contener errores. Cada una de las partes tienes asignados 1.5 puntos.

Escrita por Jocelyn Dunstan.