CONTROL 4 TEMA A

1- La expresión del campo eléctrico de una OEM es: $\vec{\mathbf{E}} = 0{,}56\ \mathrm{V/m}\ \mathrm{sen}\ (4{,}0.\,10^8\ \mathrm{t} - 5{,}0\ \mathrm{x})\ \hat{\mathbf{k}}$. a) Calcular la rapidez de propagación y el índice de refracción. b) Dar la expresión del vector de Poynting $\vec{\boldsymbol{S}}$. Haga $\mu = \mu_0$.

a) $v_x = \frac{\omega}{k} = \frac{4{,}0.10^8}{5{,}0} = 8{,}0.\,10^7\ m/s$ $n = \frac{c}{v} = 3{,}75$

b) Si $E = 0{,}56\frac{V}{m} sen(4{,}0.\,10^8\ \mathrm{t} - 5{,}0\ \mathrm{x})$, tenemos: $\vec{B} = -(\frac{1}{v}E)\hat{\jmath}$

$\vec{\mathrm{S}} = \frac{1}{\mu}.\vec{\mathrm{E}}\mathrm{x}\vec{\mathrm{B}} = \frac{1}{\mu_0}(E\hat{k})\mathrm{x}\left(-\frac{1}{v}E\hat{\jmath}\right) = \frac{\mathrm{E}^2}{\mu_0.\,v}\left[\hat{k}\mathrm{x}(-\hat{\jmath})\right] = \frac{\mathrm{E}^2}{\mu_0.\,v}\left[\hat{\jmath}\mathrm{x}\hat{k}\right] = \frac{\mathrm{E}^2}{\mu_0.\,v}\hat{\imath} = 3{,}12\frac{mW}{m^2}sen^2(4{,}0.\,10^8\ \mathrm{t} - 5{,}0\ \mathrm{x})\hat{\imath}$

Nota: como no se propaga en el vacío no debe usar la rapidez de la luz en el vacío, además debe estar bien fundamentado el producto vectorial (incluso el vector $\vec{B}$); caso contrario el ejercicio no está bien, aunque llegue a la misma expresión, no olvide haber colocado el versor.

2- Un haz de luz incide desde el aire sobre una superficie de material transparente. El haz reflejado está totalmente polarizado(1) y el haz refractado se lo observa a 28º de la normal. Calcular el índice de refracción del material transparente.

Como el reflejado y el refractado forman un ángulo recto por (1), los ángulos de reflexión y el de refracción son complementarios; $\theta_p = 90 - 28 = 62$. Entonces: n = tan(62) = 1,88

Nota: deberá fundamentar todo en detalle respecto del ángulo usado por usted; caso contrario el ejercicio no está bien, incluso si llega al mismo resultado numérico.

3- Se ilumina con luz natural una burbuja de aire hecha con agua jabonosa de n = 1,33 cuyo espesor se estima en 230 nm. Calcular cuál/es longitud/es de onda del espectro visible (400 nm – 700 nm) predominan en la reflexión de la luz sobre la superficie de la burbuja.

Como dentro y fuera de la burbuja hay aire ($n_a \cong 1$); el reflejado en la superficie exterior cambia de fase respecto al incidente, el reflejado en la superficie interior no sufre cambio de fase al reflejarse y se refracta al exterior, la diferencia de fase entre los reflejados en la película es de medio ciclo.

Para ver interferencia constructiva, debemos usar: $2e = (m + \frac{1}{2})\frac{\lambda_0}{n}$ $\Rightarrow$ $\frac{2e.n}{m+\frac{1}{2}} = \lambda_0 = \frac{611{,}8\ nm}{m+\frac{1}{2}}$

Para:	m=0	m=1	m=2
	λ ≅ 1224nm	λ ≅ 408nm	λ ≅ 245nm

Nota: deberá fundamentar todo en detalle respecto de los desfasajes por reflexiones, también debe justificar el por qué usa la ecuación que presenta usted, caso contrario el ejercicio no está bien, incluso si llega al mismo resultado numérico.

4- Una luz coherente de λ = 680 nm pasa por una rendija y proyecta sobre una pantalla situada a 1m, un espectro de difracción cuyo ancho central mide 2,4 mm. Calcular cuánto medirá este ancho si se ilumina con luz de λ = 440 nm. En ambos casos m = 1. Llamaremos "d" al valor de la medida del ancho central.

Sabemos que: $a.sen\theta = \lambda$; pero por otro lado: $\tan(\theta) = \frac{y}{x} = \frac{d/2}{x} = \frac{2{,}4mm}{2\cdot 1{,}0m} = 0{,}0012$ (θ <<): $sen\theta = tan\theta = \frac{d}{2x}$

Tenemos la ecuación $a.sen\theta = \frac{a}{2x}.d = \lambda$, de ella se desprenden: $\frac{a}{2x}.d_1 = \lambda_1$ y $\frac{a}{2x}.d_2 = \lambda_2$

Dividiendo m. a m. y despejando d_2: $d_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}.d_1 = \frac{440\ nm}{680\ nm}.2{,}4mm = 1{,}55mm$

Nota: Si no fundamenta todo en detalle el ejercicio no está bien. También puede hallar: $a = 2x\lambda/d \cong 567\mu m$

CONTROL 4 TEMA B

1- Una pequeña superficie de 1cm^2 recibe 0,6 J de energía luego de estar iluminada durante 1 hora por una fuente puntual de luz ubicada a 1,5 m. Calcular la potencia de la fuente.

De la energía emitida por la fuente; en una esfera imaginaria de radio 1,5m, sobre una pequeña superficie de área 1 cm^2 se recibe 0,6 J. Buscaremos la energía por cada unidad de tiempo y unidad de área; la igualación se justifica porque al estar la esfera imaginaria y la pequeña superficie a la misma distancia del foco, son iguales las intensidades.

$\frac{P_0}{A_0} = \frac{U_1/\Delta t}{A_1} = \frac{0{,}6J/3600s}{1.10^{-4}m^2} = \frac{5}{3}\frac{W}{m^2} \Rightarrow \quad P_0 = \frac{5}{3}\frac{W}{m^2}.A_0 = \frac{5}{3}\frac{W}{m^2}.4\pi(1{,}5m)^2 \cong 47{,}1W$

Nota: Si no fundamenta todo en detalle el ejercicio no está bien.

2- Una luz natural atraviesa un sistema de tres polarizadores. El primero a 0º, el segundo a 40º y el tercero a 60º, todos medidos con respecto a una horizontal. La intensidad medida a la salida del sistema es 46,7 mW/m^2. Calcular la intensidad que se medirá cuando se saque el primer polarizador.

Primer caso: 1er polariz: $I_1 = \frac{I_0}{2}$

2do polariz: $I_2 = I_1 cos^2(40)$

3er polariz: $I_3 = I_2 cos^2(20) = I_1 cos^2(40) cos^2(20) = \frac{I_0}{2} cos^2(40) cos^2(20)$

Entonces $\frac{I_0}{2} = \frac{I_3}{cos^2(40)cos^2(20)}$ (1)

Segundo caso: 1er polariz: $I_1' = \frac{I_0}{2}$

2do polaliz: $I_2' = I_1' cos^2(20) = \frac{I_0}{2} cos^2(20)$ (2)

Reemplazando (1) en (2): $I_2' = \frac{I_0}{2} cos^2(20) = \frac{I_3}{cos^2(40)cos^2(20)}.cos^2(20) = \frac{I_3}{cos^2(40)} \cong 79{,}6\frac{mW}{m^2}$

Nota: Si no fundamenta todo en detalle el ejercicio no está bien.

3- Un laser de λ = 630 nm ilumina una doble ranura y el patrón de interferencia se puede observar sobre una pantalla ubicada a 0,80 m de distancia. La distancia medida entre el centro del máximo central y el centro del primer máximo secundario es Δy = 2,1mm. Calcular cuánto valdrá Δy si se cambia el laser por uno de λ = 690 nm. En ambos casos m = 1. Llamaremos “y_1” a la distancia entre centros del máximo central y el del primer máximo secundario.

Sabemos que: $d.sen\theta = \lambda$; pero por otro lado: $\tan(\theta) = \frac{y}{R} = \frac{2{,}1mm}{0{,}80m} = 0{,}0026$ (θ <<): $sen\theta = tan\theta = \frac{y}{R}$

Tenemos la ecuación $d.sen\theta = \frac{d}{R}.y = \lambda$, de ella se desprenden: $\frac{d}{R}.y_1 = \lambda_1$ y $\frac{d}{R}.y_2 = \lambda_2$

Dividiendo m. a m. y despejando y_2: $y_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}.y_1 = \frac{690\ nm}{630\ nm}.2{,}1mm = 2{,}3mm$

Nota: Si no fundamenta todo en detalle el ejercicio no está bien. También puede hallar: $d = R\lambda/y \cong 240\mu m$

4- Una red de 300 ranuras/mm es iluminada de manera normal por un laser de λ = 620 nm. Calcular cuántas líneas espectrales posibles se observarán en el plano de una pantalla donde se pueda proyectar el espectro.

Sabiendo la densidad de ranuras por unidad de longitud $N = \frac{300}{mm}$; podemos hallar la separación entre ranuras consecutivas $d = \frac{1}{N} = \frac{mm}{300}$. Para el caso de observar en la pantalla toda línea espectral, implica $-\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}$

$d.sen\theta = m\lambda = d.sen(\pi/2) = d$ o sea: $m\lambda = d$ de aquí: $m = \frac{d}{\lambda}$

$m = \frac{d}{\lambda} = \frac{mm}{300 \cdot 620nm} \cong 5{,}37 \Rightarrow$ como debe ser un número entero: m = 5

Interpretando este resultado vemos que hay 10 máximo secundarios y el máximo central; hay 11 líneas espectrales completas.

Nota: Si no fundamenta todo en detalle el ejercicio no está bien.