11.1- Una onda electromagnética se desplaza en el vacío con $\vec{B}$ = ($-4{,}38.10^{-8}$ T) sen[(2,25.10^{13} rad/s) t – k.y] $\hat{k}$, a) ¿Cuál es la longitud de onda λ? b) Escriba la ecuación vectorial para $\vec{E}$.

a) En general sabemos que el comportamiento de una onda esta dado por el número de onda por la posición menos la velocidad angular por el tiempo (k · y - ω · t)y la velocidad angular, ω=2 π f, por lo tanto,

$\omega=2{,}25.10^{13}$ rad/s=2 π f => f=3,58.10^{12} 1/s

y como λ= c/f, entonces

λ= c/f = 3,00.10^{8} m/s / 3,58.10^{12} 1/s = 8,38.10^{-5} m

b) k = 2 π / λ = 7,5.10^{4} rad/m
Como el enunciado indica que el comportamiento de la onda es (ω · t - k · y), o sea, que se desplaza hacia los y negativos, por la regla de la mano derecha cuando el vector campo magnético apunte hacia -z, el vector campo eléctrico lo hará hacia +x.

Para el módulo del campo eléctrico sabemos que E=c B, entonces:

$$E=c\,B=3{,}00.10^{8}\ \text{m/s}.4{,}38.10^{-8}\ \text{T}=13{,}1\ \text{m/s T}=13{,}1\ \frac{1}{\sqrt{C^2/N\cdot m^2\cdot N/A^2}}\cdot\frac{N}{A\,m}=13{,}1\ \text{N/C}=13{,}1\text{V/m}$$

$\vec{E}$ = (13,1 V/m).sen (2,25 . 10^{13} rad/s . t - 7,5.10^{4} rad/m . y) $\hat{\imath}$

11.4

La amplitud del campo eléctrico es $E_{máx}$ *= 0,0950 V/m* a *12,0 km* de la antena de una estación de radio. a) ¿Cuál es la amplitud del campo magnético $B_{máx}$ en ese punto?; b) Suponiendo que la antena radia igualmente en todas direcciones sobre el suelo, ¿cuál es la potencia total de la estación?; c) ¿A qué distancia de la antena es $E_{máx}$ = 0,500 V/m?

Datos:	**Incógnita**:
$E_{máx}$ = 0,0950 V/m a = 12,0 . 10^3 m	a) $B_{máx}$ en a b) P c) Distancia d

Considero la semiesfera cuyo área es A =$2\pi r^2$

a) $B_{máx} = E_{máx}/c$

$B_{máx}$ = 0,0950 (V/m) /3. 10^8(m/s) = 317 pT

b) $I = \frac{P}{A} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 c \;\rightarrow P = I.A = \frac{1}{2}\varepsilon_0 0{,}095^2.2\pi r^2 = 10{,}8kW$

c) $I = 0{,}5.c.\varepsilon_0.0{,}5^2.2\pi.d^2 \rightarrow d = 2280\ m$

11.6

Una onda electromagnética de 4,74.10^{13} Hz de frecuencia, 4,75μm de longitud de onda y 3,60.10^{-6} W/m^2 de intensidad se propaga en un material aislante cuya K_m es muy cercana a la unidad. a) ¿Cuál es la constante del material aislante a esta frecuencia? b) ¿Cuál es la amplitud de los campos **E** y **B** en el material?

Datos:
f=4,74.10^{13} Hz
λ= 4,75μm
I=3,60.10^{-6} W/m^2
$K_m \cong 1$

Incógnita:
a) K
b) amplitud de los campos **E** y **B**

a) $v = \lambda.f = \frac{c}{\sqrt{K.K_m}} \rightarrow K = (\frac{c}{\lambda.f})^2 = 1{,}77$

b) $I = \frac{1}{2}\varepsilon_0 c E_{máx}^2 = \frac{E_{máx}^2}{2\mu_0.c} \Longrightarrow E = \sqrt{2\mu_0.v.I} = 45{,}1.10^{-3}\frac{V}{m}$

$\boldsymbol{E} = c\boldsymbol{B} \Longrightarrow \boldsymbol{B} = \frac{\boldsymbol{E}}{v} = 0{,}2nT$

I-P-M

11-7 Una onda electromagnética de 66,0 Hz se propaga a $2{,}18 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ en cierto trozo de plástico transparente.

Halle: a) La longitud de onda de la onda en el material

b) La longitud de onda de una onda de esta misma frecuencia que se propaga en el aire

c) El índice de refracción n del plástico para una onda electromagnética con esta frecuencia

d) La constante dieléctrica del plástico a esta frecuencia, suponiendo que la permeabilidad relativa es uno

a)

Partiendo de la ecuación $V = \lambda . F$ que es válida para cualquier tipo de onda, adaptada a nuestro caso,

$$V = \lambda_p . F$$

V: velocidad de la OEM en el plást

λ_p: long. de onda en el plástico

F: frecuencia, que es la misma en cualquier medio (66,0 Hz)

$$\boxed{\lambda_p = \frac{V}{F}}$$

b) La ecuación será $c_a = \lambda_a F$

c_a: velocidad en el aire

λ_a: long. de o. en el aire

F: 66,0 Hz

$c_a \cong c$

$$c = \lambda_a . F \Rightarrow \boxed{\lambda_a = \frac{c}{F}}$$

c) n_p: índice de refracción del plástico

por definición $\boxed{n = \frac{c}{V} =}$

d)

$$\boxed{V = \frac{c}{\sqrt{K K_m}} = \frac{c}{\sqrt{K}}}$$

, ya que $K_m = 1$ según enunciado

¡¡¡ Despeje !!!

I-P-M

11_ 8

El inventor del siglo XIX Nicola Tesla propuso transmitir, mediante ondas electromagnéticas senoidales, potencia eléctrica. Suponga que se transmite potencia en un haz de $100\ m^2$ de área transversal.

a) ¿Qué intensidad debería tener la onda para transmitir una cantidad de potencia comparable a la que se manejan las líneas de transmisión modernas (que llevan tensiones y corrientes del orden de $500\ kV$ y $1000\ A$)? Compare este valor con la intensidad que nos llega del Sol. (aproximadamente $1\ \frac{kW}{m^2}$)

b) ¿Que amplitudes de campo eléctrico y magnético tendría esta onda?

a) La intensidad solicitada viene dada por el módulo del valor medio del vector de Poynting $\vec{S}$ y la def. de intensidad $I = \frac{P}{A}$

$$I = \frac{P}{A} = \frac{500\ 10^3\ V \cdot 1000 A}{100\ m^2} =$$

b) $\boxed{I = S_{med}}$

$$S_{med} = \frac{1}{2\mu_0 c} E_{max}^2$$

$$S_{med} = \frac{1}{2\mu_0} c B_{max}^2$$

11.9- Para recibir una señal de 100.3 MHz, un automóvil tiene una antena recta de 35,0 cm, que forma un ángulo de 30º con la vertical (la onda que transmite la emisora tiene su campo eléctrico vertical) ¿Cuántas espiras debería tener una bobina de espiras apretadas de 5,00 cm de diámetro para desarrollar en sus extremos la misma tensión que la varilla del auto? Suponer que el campo magnético es normal al plano de la bobina.

Suponemos un frente de ondas plano que llega hasta la antena a un ángulo de 30° cuya amplitud de campo eléctrico vale E. Si integramos el producto del campo eléctrico por **dl** a lo largo de la antena obtenemos la amplitud de la ddp que este induce.

$\varepsilon_E = \mathbf{E} \cdot \mathbf{l}$ = E 35,0 cm cos(30°) = E 30,31 cm

La relación entre las amplitudes de E y B de una OEM viene dado por:

$E = c\, B = 3{,}00.10^8$ m/s. B => B = E / c

La fem inducida en un solenoide de N espiras por un campo magnético variable es:

$\varepsilon_B = -\, N\, d\Phi_B/dt = -N\, d(\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}(t))/dt = -N\, A\, B\, d(\cos(2\, \pi\, f\, t)/dt = N\, A\, B\, 2\, \pi\, f\ \ \text{sen}\,(2\, \pi\, f\, t)$

Para el producto **A · B** se tuvo en cuenta que el campo magnético es normal al plano de la bobina.

Reemplazando, B =E/c e igualando, como se pide en el enunciado, las amplitudes de las fem inducidas por el campo eléctrico en la antena y el magnético en la bobina,

$E\, 0{,}3031\ m = N\, \pi\, (0{,}025\ m)^2\, E/c\ 2\, \pi\, 100{,}3\ 10^6\ 1/s$

$N = 0{,}3031\ m\ 3{,}00.10^8\ m/s\ /(\pi\, (0{,}025\ m)^2\ 2\, \pi\, 100{,}3\ 10^6\ 1/s\ ) = 73{,}4$

EJERCICIO 11-11

El campo en el interior del toroide es: $B = \dfrac{\mu_0\, N\, i}{2\pi\, R_m}$

$$\oint \overline{E}\cdot\overline{dl} = E\cdot 2\pi\, r = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{\mu_0\, N\,\dfrac{d\,i}{d\,t}}{2\pi\, R_m}\cdot\pi\, r^2 \;\rightarrow\; E = \left|\frac{\mu_0\, N\, r}{4\pi\, R_m}\cdot\frac{di}{dt}\right|$$

Donde "r "es el radio interior del círculo correspondiente a la sección del toroide

$$S = \frac{E\,B}{\mu_0} = \frac{\dfrac{\mu_0\, N\, r}{4\pi\, R_m}\dfrac{di}{dt}\cdot\dfrac{\mu_0\, N\, i}{2\pi\, R_m}}{\mu_0} = \frac{\mu_0\, N^2 r\, i}{8\pi^2 R_m^2}\cdot\frac{d\,i}{d\,t}$$

EJERCICIO 11-12

$$E = cB = (c\;137.10^{-9})\; V/m$$

$$I = \frac{1}{2}\varepsilon_0\, c\;(c\,137.10^{-9})^2 = 2{,}24\frac{W}{m^2}$$

$$P = I\cdot A = 2{,}24\frac{W}{m^2}\cdot 0{,}60m\cdot 2\pi\, 2{,}40m = 20{,}3W$$
