

**Cognoms i Nom:**

**Codi:**

**Examen parcial de Física ONES  
22 de desembre del 2010**

**Model A  
MATÍ**

**Qüestions (50% de l'examen)**

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encerceleu-la de manera clara.

Puntuació: correcta (1 punt), incorrecta (-0.25 punts), en blanc (0 punts).

1. Indiqueu quan valen, respectivament, la longitud d'ona, la velocitat de propagació i l'amplitud de l'ona harmònica representada per  $y(x,t) = 15 \sin(100\pi x - 2000\pi t + 0.5\pi)$  cm, on  $x$  és en metres i  $t$  en segons.

- a) 0.2 m,  $20 \text{ ms}^{-1}$ , 15 m
- b) 0.02 m,  $20 \text{ ms}^{-1}$ , 15 cm
- c) 50 cm,  $0.05 \text{ ms}^{-1}$ , 15 cm
- d) 0.02 m,  $20 \text{ ms}^{-1}$ , 15 m

2. Si una antena receptora de TV està situada a 20 km del repetidor més proper, que emet ones esfèriques amb una potència de 50 kW, quant valen el camp elèctric i magnètic màxims dels senyals rebuts? ( $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$ ).

- a)  $0.612 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.89 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- b)  $0.0612 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.04 \cdot 10^{-10} \text{ T}$
- c)  $0.0866 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.59 \cdot 10^7 \text{ T}$
- d)  $0.0866 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.89 \cdot 10^{-10} \text{ T}$

3. Quan una ona electromagnètica passa d'un medi a un altre.

- a) La seva velocitat no varia.
- b) La seva freqüència no varia.
- c) La seva longitud d'ona no varia.
- d) Cap de les anteriors.

4. En les pantalles de cristall líquid:

- a) Els píxels deixen passar la llum quan un camp elèctric alinea totes les molècules del cristall en la mateixa direcció.
- b) Els píxels deixen passar la llum quan el camp elèctric aplicat és zero.
- c) En cada píxel hi ha polaritzadors a les cares del davant i del darrera amb els eixos de polarització paral·lels.
- d) Cap de les anteriors.

5. Quants fotons per segon emet un làser blau d'heli-cadmi amb longitud d'ona de 442 nm i una potència de 6.3 mW? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$ )

- a)  $4.5 \cdot 10^{19} \text{ s}^{-1}$
- b)  $7.1 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$
- c)  $1.4 \cdot 10^{16} \text{ s}^{-1}$
- d)  $1.4 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$

**Cognoms i Nom:**

**Codi:**

**Examen parcial de Física ONES  
22 de desembre del 2010**

**Model B  
MATÍ**

**Qüestions (50% de l'examen)**

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encercleu-la de manera clara.

Puntuació: correcta (1 punt), incorrecta (-0.25 punts), en blanc (0 punts).

1. Indiqueu quan valen, respectivament, la longitud d'ona, la velocitat de propagació i l'amplitud de l'ona harmònica representada per  $y(x,t) = 15 \sin(100\pi x - 2000\pi t + 0.5\pi)$  cm, on  $x$  és en metres i  $t$  en segons.

- a) 0.02 m,  $20 \text{ ms}^{-1}$ , 15 m
- b) 0.2 m,  $20 \text{ ms}^{-1}$ , 15 m
- c) 0.02 m,  $20 \text{ ms}^{-1}$ , 15 cm
- d) 50 cm,  $0.05 \text{ ms}^{-1}$ , 15 cm

2. Si una antena receptora de TV està situada a 20 km del repetidor més proper, que emet ones esfèriques amb una potència de 50 kW, quant valen el camp elèctric i magnètic màxims dels senyals rebuts? ( $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$ ).

- a)  $0.0612 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.04 \times 10^{-10} \text{ T}$
- b)  $0.0866 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.59 \times 10^7 \text{ T}$
- c)  $0.0866 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.89 \times 10^{-10} \text{ T}$
- d)  $0.612 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.89 \times 10^{-7} \text{ T}$

3. Quan una ona electromagnètica passa d'un medi a un altre...

- a) La seva longitud d'ona no varia.
- b) La seva velocitat no varia.
- c) La seva freqüència no varia.
- d) Cap de les anteriors.

4. En les pantalles de cristall líquid:

- a) Els píxels deixen passar la llum quan el camp elèctric aplicat és zero.
- b) Els píxels deixen passar la llum quan un camp elèctric alinea totes les molècules del cristall en la mateixa direcció.
- c) En cada píxel hi ha polaritzadors a les cares del davant i del darrera amb els eixos de polarització paral·lels.
- d) Cap de les anteriors.

5. Quants fotons per segon emet un làser blau d'heli-cadmi amb longitud d'ona de 442 nm i una potència de 6.3 mW? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$ )

- a)  $4.5 \times 10^{19} \text{ s}^{-1}$
- b)  $1.4 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$
- c)  $7.1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$
- d)  $1.4 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$

**Cognoms i Nom:**

**Codi:**

**Examen parcial de Física ONES  
22 de desembre del 2010**

**MATÍ**

**Problema (50% de l'examen)**

Una ona electromagnètica harmònica, plana i linealment polaritzada es propaga en el buit en el sentit positiu de l'eix de les  $x$ . L'amplitud del camp magnètic és de  $(10\text{nT})\hat{k}$ , la longitud d'ona  $1\mu\text{m}$  i a l'instant  $t=0$ , en el punt  $x=0$  trobem un màxim del camp magnètic.

( $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  F/m,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Tm/A )

Trobeu:

- a) Els camps elèctric i magnètic en funció del temps.
- b) La intensitat mitjana associada a l'ona i la potència incident sobre una superfície circular de radi 1 m perpendicular a la direcció de propagació.
- c) Si aquesta ona passa per dos polaritzadors, on l'eix de polarització del primer forma  $45^\circ$  amb l'eix  $y$ , i l'eix del segon forma  $90^\circ$  amb l'eix  $y$ , quina és la intensitat resultant un cop el feix ha passat per tots dos polaritzadors?
- d) Els vectors amplitud dels camps elèctric i magnètic a la sortida del segon polaritzador.

**RESOLEU EN AQUEST FULL:**

## Respostes correctes de les qüestions del test (MATÍ)

Qüestió	Model A	Model B
1	b	c
2	d	c
3	b	c
4	b	a
5	c	b

1.  $\omega = 2\pi \cdot 500 \text{ rad/s}$ ,  $k = 4\pi \cdot 25 \text{ m}^{-1} \Rightarrow v = \omega/k = 2000/100 = 20 \text{ ms}^{-1}$ ;  $\lambda = 2\pi/k = 1/50 = 0.02 \text{ m}$ ;  $A = 15 \text{ cm}$ .

2. Si tenim en compte que  $I = P/S$ , que  $S = 4\pi r^2$  (per ser ones esfèriques)  $\Rightarrow I = 9.9 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$ ,

d'on tenim pel camp elèctric  $E_o = \sqrt{\frac{2I}{c\epsilon_o}} = 0.0866 \text{ V/m} \Rightarrow B_o = E_o/c = 2.89 \cdot 10^{-10} \text{ T}$

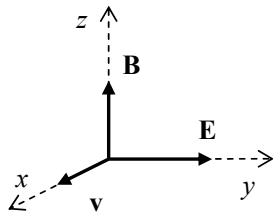
3. La propietat que no varia és la freqüència; sí que ho fan la velocitat i la longitud d'ona.

4. Quan la llum travessa un píxel, ho fa creuant una cel·la on hi ha dos polaritzadors amb eixos de polarització perpendiculars; les molècules del cristall estan orientades progressivament de forma que transmeten la llum travessant la cel·la en absència de camp elèctric. Quan s'aplica el camp elèctric, orienta totes les molècules de cristall en la seva direcció, inhibint el pas de llum.

5. L'energia d'un fotó és:  $E = hc/\lambda = 4.5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ; si dividim la potència per aquesta energia, tindrem els fotons que s'emeten per segon:  $N = P/E = 1.4 \cdot 10^{16} \text{ s}^{-1}$

### Resolució del problema

a) (4 punts)



Els camps estaran orientats com al dibuix de l'esquerra, de forma que

$$\mathbf{B}(x,t) = B_o \mathbf{k} \sin(kx - \omega t + \varphi)$$

$$\mathbf{E}(x,t) = E_o \mathbf{j} \sin(kx - \omega t + \varphi)$$

on  $k = 2\pi/\lambda = 6.3 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$ ,  $\omega = c \cdot k = 1.9 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ ,  $E_o = c B_o = 3 \text{ V/m}$ , a més per  $t=0 \text{ s}$ ,  $x=0 \text{ m}$  tenim  $\mathbf{B}(x,t) = B_o \mathbf{k} \sin(\varphi)$ , si volem que correspongui a un màxim caldrà  $\sin(\varphi) = 1 \Rightarrow \varphi = \pi/2 \text{ rad}$ .

Tindrem finalment

$$\mathbf{B}(x,t) = B_o \mathbf{k} \sin(kx - \omega t + \varphi) = 10^{-8} \sin(6.3 \cdot 10^6 x - 1.9 \cdot 10^{15} t + \pi/2) \text{ T}$$

$$\mathbf{E}(x,t) = E_o \mathbf{j} \sin(kx - \omega t + \varphi) = 3 \sin(6.3 \cdot 10^6 x - 1.9 \cdot 10^{15} t + \pi/2) \text{ V/m}$$

b) (2 punts)  $I_m = c \frac{1}{2} \epsilon_o E_o^2 = 0.012 \text{ W/m}^2$ ,  $P = S \cdot I = \pi r^2 I = 0.038 \text{ W}$

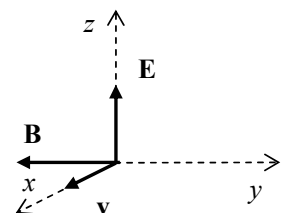
c) (2 punts)  $I_{\text{sortida}} = I_m \cdot (\cos^2(45^\circ))^2 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$

d) (2 punts)

El mòdul del camp elèctric serà  $E_{\text{sortida}} = \sqrt{\frac{2I_{\text{sortida}}}{c\epsilon_o}} = 1.5 \text{ V/m} \Rightarrow B_{\text{sortida}} = E_{\text{sortida}}/c = 5 \cdot 10^{-9} \text{ T}$

les direccions i sentits dels vectors són els de l'esquema, i per tant tindrem

$$\mathbf{E} = 1.5 \text{ k V/m}, \mathbf{B} = -5 \cdot 10^{-9} \text{ T j}$$



**Cognoms i Nom:**

**Codi:**

**Examen parcial de Física ONES  
22 de desembre del 2010**

**Model A  
TARDA**

**Qüestions (50% de l'examen)**

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encercleu-la de manera clara.

Puntuació: correcta (1 punt), incorrecta (-0.25 punts), en blanc (0 punts).

1.- Una ona de longitud d'ona  $\lambda = 5$  m es propaga per una corda de dreta a esquerra amb una velocitat de 20 m/s. Si la seva màxima elongació és  $4\sqrt{2}$  m, la funció d'ona que la descriu és (en unitats del S.I.)

- a)  $y(x,t) = 4\sqrt{2} \sin(1.26x + 25.13t)$  m
- b)  $y(x,t) = 4 \sin(1.26x - 25.13t)$  m
- c)  $y(x,t) = 4 \sin(25.13x - 1.26t)$  m
- d)  $y(x,t) = 4\sqrt{2} \sin(25.13x + 1.26t)$  m

2.- Un satèl·lit emet ones electromagnètiques linealment polaritzades. La potència mitjana d'emissió és de 12 kW que es reparteix sobre una zona de la Terra de superfície  $9 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, on és perfectament vàlida l'aproximació d'ones planes. Quant valen el camp elèctric i magnètic màxims dels senyals rebuts? ( $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  F/m,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Tm/A).

- a)  $0.001 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $3.3 \times 10^{-12}$  T
- b)  $0.001 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.04 \times 10^{-10}$  T
- c)  $0.0866 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.59 \times 10^7$  T
- d)  $0.0866 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.89 \times 10^{-10}$  T

3.- Un feix de llum que viatja a l'aire ( $n=1$ ) incideix amb un angle de  $30^\circ$  respecte de la normal sobre la superfície d'un medi no conductor. Part de l'ona incident es refracta i el raig refractat forma un angle de  $20^\circ$  respecte de la normal. La velocitat de propagació de la llum en el medi no conductor és

- a)  $3 \cdot 10^8$  m/s
- b)  $2.05 \cdot 10^8$  m/s
- c)  $1.46 \cdot 10^8$  m/s
- d)  $2.46 \cdot 10^8$  m/s

4. Quina de les següents afirmacions referida a les ones electromagnètiques és correcta?

- a) Necessiten d'un medi material per propagar-se.
- b) Estan constituïdes per un camp elèctric i un camp magnètic que oscil·len en direccions paral·leles entre sí i paral·leles a la direcció de propagació.
- c) Estan constituïdes per un camp elèctric i un camp magnètic que oscil·len en direccions paral·leles entre sí i perpendiculars a la direcció de propagació.
- d) Transporten la mateixa quantitat d'energia elèctrica que d'energia magnètica.

5.- Tenim dues fonts coherents que emeten ones electromagnètiques en fase, amb el mateix vector amplitud (de mòdul  $E_0 = 1$  V/m) i amb una longitud d'ona de 1 m. Digueu quina serà l'amplitud de l'ona resultant en un punt que es troba a 20 m d'una font i 24 m de l'altra:

- a) 0 V/m
- b) 1 V/m
- c) 1.5 V/m
- d) 2 V/m

**Cognoms i Nom:**

**Codi:**

**Examen parcial de Física ONES  
22 de desembre del 2010**

**Model B  
TARDA**

**Qüestions (50% de l'examen)**

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encerleu-la de manera clara.

Puntuació: correcta (1 punt), incorrecta (-0.25 punts), en blanc (0 punts).

1.- Una ona de longitud d'ona  $\lambda = 5$  m es propaga per una corda de dreta a esquerra amb una velocitat de 20 m/s. Si la seva màxima elongació és  $4\sqrt{2}$  m, la funció d'ona que la descriu és (en unitats del S.I.)

a)  $y(x,t) = 4\sqrt{2} \sin(25.13x + 1.26t)$  m

b)  $y(x,t) = 4\sqrt{2} \sin(1.26x + 25.13t)$  m

c)  $y(x,t) = 4 \sin(1.26x - 25.13t)$  m

d)  $y(x,t) = 4 \sin(25.13x - 1.26t)$  m

2.- Un satèl·lit emet ones electromagnètiques linealment polaritzades. La potència mitjana d'emissió és de 12 kW que es reparteix sobre una zona de la Terra de superfície  $9 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, on és perfectament vàlida l'aproximació d'ones planes. Quant valen el camp elèctric i magnètic màxims dels senyals rebuts? ( $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  F/m,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Tm/A).

a)  $0.0866 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.59 \times 10^7$  T

b)  $0.0866 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.89 \times 10^{-10}$  T

c)  $0.001 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $3.3 \times 10^{-12}$  T

d)  $0.001 \text{ Vm}^{-1}$ ,  $2.04 \times 10^{-10}$  T

3.- Un feix de llum que viatja a l'aire ( $n=1$ ) incideix amb un angle de  $30^\circ$  respecte de la normal sobre la superfície d'un medi no conductor. Part de l'ona incident es refracta i el raig refractat forma un angle de  $20^\circ$  respecte de la normal. La velocitat de propagació de la llum en el medi no conductor és

a)  $1.46 \cdot 10^8$  m/s

b)  $2.05 \cdot 10^8$  m/s

c)  $2.46 \cdot 10^8$  m/s

d)  $3 \cdot 10^8$  m/s

4. Quina de les següents afirmacions referida a les ones electromagnètiques és correcta?

a) Transporten la mateixa quantitat d'energia elèctrica que d'energia magnètica.

b) Necessiten d'un medi material per propagar-se.

c) Estan constituïdes per un camp elèctric i un camp magnètic que oscil·len en direccions paral·leles entre sí i paral·leles a la direcció de propagació.

d) Estan constituïdes per un camp elèctric i un camp magnètic que oscil·len en direccions paral·leles entre sí i perpendiculars a la direcció de propagació.

5.- Tenim dues fonts coherents que emeten ones electromagnètiques en fase, amb el mateix vector amplitud (de mòdul  $E_0 = 1$  V/m) i amb una longitud d'ona de 1 m. Digueu quina serà l'amplitud de l'ona resultant en un punt que es troba a 20 m d'una font i 24 m de l'altra:

a) 2 V/m

b) 1.5 V/m

c) 1. V/m

d) 0 V/m

**Cognoms i Nom:**

**Codi:**

**Examen parcial de Física ONES  
22 de desembre del 2010**

**TARDA**

**Problema (50% de l'examen)**

Una ona electromagnètica harmònica, plana i linealment polaritzada es propaga en el buit en el sentit negatiu de l'eix  $y$ . L'amplitud del camp elèctric és de  $(0.6 \text{ V/m})\hat{k}$ , la freqüència és de  $6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$  i a l'instant  $t=0$ , en el punt  $y=0$  trobem un màxim del camp elèctric.

( $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$ )

Trobeu:

- Els camps elèctric i magnètic en funció del temps.
- La densitat mitjana d'energia associada a l'ona i l'energia continguda en un volum de  $3 \text{ cm}^3$ .
- Aquesta ona incideix perpendicularment sobre un medi no conductor d'índex de refracció  $n=1.33$ , de forma que part del feix es reflectirà i la resta es transmetrà al medi no conductor.

Sabem que la intensitat reflectida val  $I_{reflectida} = \left(\frac{1-n}{1+n}\right)^2 I_{incident}$ . Determineu els mòduls dels camps elèctric i magnètic reflectits.

- Quina és la longitud d'ona i la freqüència en el medi no conductor? Si l'amplitud del camp elèctric en el medi no conductor està donada per  $E_{trans} = \left(\frac{2}{1+n}\right)E_{incident}$ , escriviu el camp elèctric resultant en funció del temps.

**RESOLEU EN AQUEST FULL:**

## Respostes correctes de les qüestions del test (TARDA)

Qüestió	Model A	Model B
1	a	b
2	a	c
3	b	b
4	d	a
5	d	a

1.  $k = 4\pi/\lambda = 1.26 \text{ m}^{-1}$ ,  $\omega = v \cdot k = 25.13 \text{ rad/s}$ , i al viatjar de dreta a esquerra cal que tots els signes siguin positius  $\Rightarrow y(x,t) = A \sin(kx + \omega t) = 4\sqrt{2} \sin(1.26x + 25.13t) \text{ m}$

2. Si tenim en compte que  $I = P/S \Rightarrow I = 1.3 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$ ,

d'on tenim pel camp elèctric  $E_o = \sqrt{\frac{2I}{c\epsilon_o}} = 0.001 \text{ V/m} \Rightarrow B_o = E_o/c = 3.34 \cdot 10^{-12} \text{ T}$

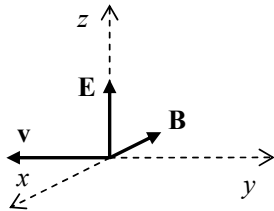
3. Aplicant la llei de la refracció tindrem  $1 \cdot \sin 30^\circ = n \cdot \sin 20^\circ$ , d'on l'índex de refracció del medi no conductor val  $n = 1.4619$ , i la velocitat de propagació  $v = c/n = 2.05 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

4. Una ona electromagnètica està constituïda per un camp elèctric i un camp magnètic que oscil·len en direccions perpendiculars entre sí i perpendiculars a la direcció de propagació, de forma que es transporta la mateixa quantitat d'energia elèctrica que d'energia magnètica.

5. Donat que emeten en fase i la diferència de distàncies (4 m) és exactament igual a quatre longituds d'ona, llavors correspondrà a un màxim d'amplitud 2 V/m.

### Resolució del problema

a) (4 punts)



Els camps estaran orientats com al dibuix de l'esquerra, de forma que

$$\mathbf{B}(y,t) = -B_o \mathbf{i} \sin(ky + \omega t + \varphi)$$

$$\mathbf{E}(y,t) = E_o \mathbf{k} \sin(ky + \omega t + \varphi)$$

$\omega = 2\pi f = 3.8 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \Rightarrow k = \omega/c = 12.6 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$ ,  $B_o = E_o/c = 2 \cdot 10^{-9} \text{ T}$ , a més per  $t=0 \text{ s}$ ,  $y=0 \text{ m}$  tenim  $\mathbf{E}(y,t) = E_o \mathbf{k} \sin(\varphi)$ , si volem que correspongui a un màxim caldrà  $\sin(\varphi) = 1 \Rightarrow \varphi = \pi/2 \text{ rad}$ .

Tindrem finalment

$$\mathbf{B}(y,t) = -B_o \mathbf{i} \sin(ky + \omega t + \varphi) = -2 \cdot 10^{-9} \mathbf{i} \sin(12.6 \cdot 10^6 y + 3.8 \cdot 10^{15} t + \pi/2) \text{ T}$$

$$\mathbf{E}(y,t) = E_o \mathbf{k} \sin(ky + \omega t + \varphi) = 0.6 \mathbf{k} \sin(12.6 \cdot 10^6 y + 3.8 \cdot 10^{15} t + \pi/2) \text{ V/m}$$

b) (2 punts)  $u_m = \frac{1}{2} \epsilon_o E_o^2 = 1.593 \cdot 10^{-12} \text{ J/m}^3$ , Energia =  $u_m \text{ Volum} = 4.779 \cdot 10^{-18} \text{ J}$

c) (2 punts)  $I_{\text{reflectida}} = I_{\text{incident}} \cdot (1-1.33)^2 / (1+1.33)^2 = c \cdot u_m \cdot 0.02 = 9.6 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$

$$E_{\text{refl}} = \sqrt{\frac{2I_{\text{refl}}}{c\epsilon_o}} = 0.085 \text{ V/m} \Rightarrow B_{\text{refl}} = E_{\text{refl}}/c = 2.8 \cdot 10^{-10} \text{ T}$$

d) (2 punts)

Sols canvia la longitud d'ona:  $\lambda' = \lambda/n = (c/f)/n = 3.76 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1} \Rightarrow k' = 2\pi/\lambda' = 16.7 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$

Pel que fa a l'amplitud del camp elèctric  $E_{\text{trans}} = \left(\frac{2}{1+n}\right) E_{\text{incident}} = 0.515 \text{ V/m}$ , de forma que

$$\mathbf{E}_{\text{trans}}(y,t) = E_{\text{trans}} \mathbf{k} \sin(k'y + \omega t + \varphi) = 0.515 \mathbf{k} \sin(16.7 \cdot 10^6 y + 3.8 \cdot 10^{15} t + \pi/2) \text{ V/m}$$