

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - ONES

Model A

7 de juny de 2017

Qüestions: 100% 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.

T1) Una ona harmònica es propaga de dreta a esquerra a una velocitat de 200 m/s, té una amplitud de 4 m i longitud d'ona de 20 m. La seva funció d'ona s'escriu:

a) $y = 4 \sin(40\pi x - 20\pi t)$.

b) $y = 4 \sin(0.1\pi x + 20\pi t)$.

c) $y = 4 \sin(0.1\pi x - 20\pi t)$.

d) $y = 4 \sin(0.1\pi x + \frac{\pi t}{3})$.

T2) Sabent que el camp magnètic d'una ona electromagnètica plana, harmònica i linealment polaritzada és $B_x(y, t) = 0.2 \mu T \sin(y + t + 2\pi/3)$, indiqueu quina de les següents expressions pel camp elèctric és correcta:

a) $E_x(y, t) = 600 \sin(y + t + 2\pi/3) \text{ V/m}$.

b) $E_y(y, t) = -600 \sin(y + t - 2\pi/6) \text{ V/m}$.

c) $E_z(y, t) = -60 \sin(y + t + 2\pi/3) \text{ V/m}$.

d) $E_z(y, t) = 60 \sin(y + t + 2\pi/3) \text{ V/m}$.

T3) Una estació de televisió emet senyals electromagnètics de potència mitjana 15 kW, de forma isòtropa. Si el camp elèctric màxim mesurat per una antena detectora és de 2 V/m, a quina distància de l'estació està l'antena? ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$).

a) 474 m.

b) 225 m.

c) 450 m.

d) 4.74 km.

T4) Enviem un raig de llum no polaritzat sobre tres polaritzadors lineals alineats, tals que el primer d'ells té l'eix de polarització horitzontal, el segon el té formant un angle α amb la horitzontal i el tercer formant un angle 2α amb la horitzontal. Si la intensitat de llum transmesa pel tercer polaritzador és el 23% de la incident, quan val α ?

a) 42.7° .

b) 34.6° .

c) 47.3° .

d) 55.4° .

T5) Dos senyals electromagnètics de $\lambda = 3.1416 \text{ m}$, camp elèctric d'amplitud 0.15 V/m i en fase s'envien des de sengles emissors situats als punts (-2,0) m i (2,0) m del pla. Quina serà (en valor absolut) l'amplitud del camp elèctric detectada al punt P = (2,-2) m del pla?

a) 0.235 V/m.

b) 0.117 V/m.

c) 0.125 V/m.

d) 0.137 V/m.

T6) Considereu una ona electromagnètica harmònica, plana i linealment polaritzada, que es propaga pel buit. Quin parell de vectors amplitud del camp elèctric i magnètic (\mathbf{E}_0 , \mathbf{B}_0) és físicament possible si es propaga en el sentit negatiu de l'eix de les y ?

- a) $\mathbf{E}_0 = (3 \text{ V/m})\mathbf{k}$, $\mathbf{B}_0 = (10^{-8} \text{ T})\mathbf{i}$.
- b) $\mathbf{E}_0 = (3 \text{ V/m})\mathbf{k}$, $\mathbf{B}_0 = -(10^{-8} \text{ T})\mathbf{i}$.
- c) $\mathbf{E}_0 = -(3 \text{ V/m})\mathbf{i}$, $\mathbf{B}_0 = (10^{-8} \text{ T})\mathbf{k}$.
- d) $\mathbf{E}_0 = (3 \text{ V/m})\mathbf{i}$, $\mathbf{B}_0 = -(10^{-8} \text{ T})\mathbf{k}$.

T7) A 20 km d'una antena emissora d'ones electromagnètiques harmòniques i esfèriques, la intensitat mitjana és $9.95 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$. Quina és la potencia d'emissió de l'antena i quant val l'amplitud del camp elèctric a 40 km de l'antena?

- a) $P = 25 \text{ kW}$ i $E_0 = 0.0433 \text{ V/m}$.
- b) $P = 50 \text{ kW}$ i $E_0 = 0.0433 \text{ V/m}$.
- c) $P = 50 \text{ kW}$ i $E_0 = 0.02165 \text{ V/m}$.
- d) $P = 25 \text{ kW}$ i $E_0 = 0.1732 \text{ V/m}$.

T8) La longitud d'ona de la llum vermella d'un làser a l'aire és de 630 nm. Quant valen la longitud d'ona i la freqüència quan aquesta llum entra en una fibra òptica amb un índex de refracció de 1.5?

- a) 630 nm i $4.76 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.
- b) 420 nm i $4.76 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.
- c) 630 nm i $3.17 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.
- d) 420 nm i $3.17 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

T9) Considereu una peixera plena d'aigua amb les parets de vidre. Si un raig de llum que es propaga pel vidre incideix a la superfície vidre-aigua amb un angle d'incidència superior a 60° es produeix la reflexió total interna. Si un raig que es propaga pel vidre incideix amb un angle de 45° , quin serà l'angle de refracció quan passi a l'aigua?

- a) El raig no es refracta perquè hi ha reflexió total interna.
- b) 54.7° .
- c) 37.76° .
- d) 45° .

T10) Un làser blau d'heli-cadmi emet en el buit un feix de llum amb una longitud d'ona 442 nm. El feix està perfectament col·limat i l'àrea de la seva secció transversal és de 1 mm^2 . Si la intensitat del feix és 6.3 kW/m^2 , amb quina potència emet el làser, i quants fotons emet en un pols de 1 ms? ($h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

- a) 6.3 mW i $1.4 \cdot 10^{13}$ fotons.
- b) 6.3 W i $1.4 \cdot 10^{13}$ fotons.
- c) 6.3 W i $1.4 \cdot 10^{16}$ fotons.
- d) 6.3 mW i $1.4 \cdot 10^{16}$ fotons.

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - ONES

Model B

7 de juny de 2017

Qüestions: 100% 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.

- T1)** Una estació de televisió emet senyals electromagnètics de potència mitjana 15 kW, de forma isòtropa. Si el camp elèctric màxim mesurat per una antena detectora és de 2 V/m, a quina distància de l'estació està l'antena? ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Tm/A, $c = 3 \times 10^8$ m/s).
- a) 450 m. b) 474 m. c) 4.74 km. d) 225 m.
- T2)** Enviem un raig de llum no polaritzat sobre tres polaritzadors lineals alineats, tals que el primer d'ells té l'eix de polarització horitzontal, el segon el té formant un angle α amb la horitzontal i el tercer formant un angle 2α amb la horitzontal. Si la intensitat de llum transmesa pel tercer polaritzador és el 23% de la incident, quan val α ?
- a) 42.7° . b) 55.4° . c) 34.6° . d) 47.3° .
- T3)** Dos senyals electromagnètics de $\lambda = 3.1416$ m, camp elèctric d'amplitud 0.15 V/m i en fase s'envien des de sengles emissors situats als punts (-2,0) m i (2,0) m del pla. Quina serà (en valor absolut) l'amplitud del camp elèctric detectada al punt P = (2,-2) m del pla?
- a) 0.235 V/m. b) 0.117 V/m. c) 0.125 V/m. d) 0.137 V/m.
- T4)** Considereu una ona electromagnètica harmònica, plana i linealment polaritzada, que es propaga pel buit. Quin parell de vectors amplitud del camp elèctric i magnètic (\mathbf{E}_0 , \mathbf{B}_0) és físicament possible si es propaga en el sentit negatiu de l'eix de les y ?
- a) $\mathbf{E}_0 = (3 \text{ V/m})\mathbf{k}$, $\mathbf{B}_0 = -(10^{-8} \text{ T})\mathbf{i}$.
b) $\mathbf{E}_0 = -(3 \text{ V/m})\mathbf{i}$, $\mathbf{B}_0 = (10^{-8} \text{ T})\mathbf{k}$.
c) $\mathbf{E}_0 = (3 \text{ V/m})\mathbf{k}$, $\mathbf{B}_0 = (10^{-8} \text{ T})\mathbf{i}$.
d) $\mathbf{E}_0 = (3 \text{ V/m})\mathbf{i}$, $\mathbf{B}_0 = -(10^{-8} \text{ T})\mathbf{k}$.
- T5)** Una ona harmònica es propaga de dreta a esquerra a una velocitat de 200 m/s, té una amplitud de 4 m i longitud d'ona de 20 m. La seva funció d'ona s'escriu:
- a) $y = 4 \sin(0.1\pi x + 20\pi t)$.
b) $y = 4 \sin(0.1\pi x - 20\pi t)$.
c) $y = 4 \sin(0.1\pi x + \frac{\pi t}{3})$.
d) $y = 4 \sin(40\pi x - 20\pi t)$.

T6) La longitud d'ona de la llum vermella d'un làser a l'aire és de 630 nm. Quant valen la longitud d'ona i la freqüència quan aquesta llum entra en una fibra òptica amb un índex de refracció de 1.5?

- a) 630 nm i $3.17 \cdot 10^{14}$ Hz.
- b) 630 nm i $4.76 \cdot 10^{14}$ Hz.
- c) 420 nm i $4.76 \cdot 10^{14}$ Hz.
- d) 420 nm i $3.17 \cdot 10^{14}$ Hz.

T7) Un làser blau d'heli-cadmi emet en el buit un feix de llum amb un longitud d'ona 442 nm. El feix està perfectament col·limat i l'àrea de la seva secció transversal és de 1 mm^2 . Si la intensitat del feix és 6.3 kW/m^2 , amb quina potència emet el làser, i quants fotons emet en un pols de 1 ms? ($h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

- a) 6.3 mW i $1.4 \cdot 10^{16}$ fotons.
- b) 6.3 W i $1.4 \cdot 10^{16}$ fotons.
- c) 6.3 W i $1.4 \cdot 10^{13}$ fotons.
- d) 6.3 mW i $1.4 \cdot 10^{13}$ fotons.

T8) Considereu una peixera plena d'aigua amb les parets de vidre. Si un raig de llum que es propaga pel vidre incideix a la superfície vidre-aigua amb un angle d'incidència superior a 60° es produeix la reflexió total interna. Si un raig que es propaga pel vidre incideix amb un angle de 45° , quin serà l'angle de refracció quan passi a l'aigua?

- a) 54.7° .
- b) 37.76° .
- c) 45° .
- d) El raig no es refracta perquè hi ha reflexió total interna.

T9) A 20 km d'una antena emissora d'ones electromagnètiques harmòniques i esfèriques, la intensitat mitjana és $9.95 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$. Quina és la potència d'emissió de l'antena i quant val l'amplitud del camp elèctric a 40 km de l'antena?

- a) $P = 50 \text{ kW}$ i $E_0 = 0.0433 \text{ V/m}$.
- b) $P = 25 \text{ kW}$ i $E_0 = 0.0433 \text{ V/m}$.
- c) $P = 25 \text{ kW}$ i $E_0 = 0.1732 \text{ V/m}$.
- d) $P = 50 \text{ kW}$ i $E_0 = 0.02165 \text{ V/m}$.

T10) Sabent que el camp magnètic d'una ona electromagnètica plana, harmònica i linealment polaritzada és $B_x(y, t) = 0.2 \mu\text{T} \sin(y + t + 2\pi/3)$, indiqueu quina de les següents expressions pel camp elèctric és correcta:

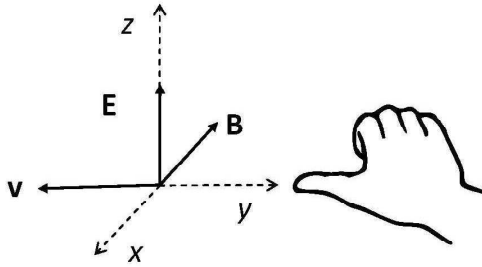
- a) $E_x(y, t) = 600 \sin(y + t + 2\pi/3) \text{ V/m}$.
- b) $E_z(y, t) = 60 \sin(y + t + 2\pi/3) \text{ V/m}$.
- c) $E_z(y, t) = -60 \sin(y + t + 2\pi/3) \text{ V/m}$.
- d) $E_y(y, t) = -600 \sin(y + t - 2\pi/6) \text{ V/m}$.

Respostes correctes

Qüestió	Model A	Model B
T1)	b	b
T2)	c	c
T3)	a	a
T4)	b	a
T5)	a	a
T6)	b	c
T7)	b	d
T8)	b	a
T9)	b	a
T10)	a	c

Resolució del Model A

- T1)** El nombre d'ones val $2\pi/20 = 0.1\pi$ (en unitats SI) i la freqüència angular val $\omega = vk = 20\pi$. En definitiva: $y = 4 \sin(0.1\pi x + 20\pi t)$. Notem que el signe + a l'interior del parèntesi ve de que l'ona viatja de dreta a esquerra.
- T2)** Tots dos camps han d'estar en fase, tenir la mateixa direcció de propagació (y) i han de satisfer que el producte vectorial $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ vagi en la direcció i sentit de propagació (eix -Y). A més, $E_0 = cB_0 = 60 \text{ V/m}$. Tot plegat només succeeix quan $E_z(y, t) = -60 \sin(y + t + 2\pi/3) \text{ V/m}$.
- T3)** La relació que hi ha entre el camp elèctric màxim E_0 i la intensitat (mitjana) I és: $E_0^2 = 2\mu_0 c I$, mentre que intensitat, distància d i potència (mitjana) P és relacionen per: $I = \frac{P}{4\pi d^2}$. En definitiva: $d = \sqrt{\frac{2\mu_0 c P}{4\pi E_0^2}} = 474 \text{ m}$.
- T4)** Després de travessar el primer polaritzador, ens queda una intensitat $I'_0 = 0.5I_0$, on I_0 és la intensitat incident, degut a la no-polarització de la llum incident. Un cop travessat el segon polaritzador, que forma un angle α amb el primer, la intensitat sortint és $I''_0 = I'_0 \cos^2 \alpha$ (lleï de Malus). Pel mateix motiu, un cop travessat el tercer (mateix angle relatiu amb el segon), sabem que $I'''_0 = I''_0 \cos^2 \alpha = I'_0 \cos^4 \alpha = 0.5I_0 \cos^4 \alpha$, per la qual cosa: $\alpha = \arccos[(2 \times 0.23)^{(1/4)}] = 34.6^\circ$.
- T5)** Situant tots els elements en el pla, tenim que la distància del primer emissor al punt P és de $r_1 = \sqrt{20} \text{ m}$ i la del segon emissor a P és: $r_2 = 2 \text{ m}$. Així, la diferència de camins és: $\Delta r = r_2 - r_1 = 2.47 \text{ m}$. Sabem que la intensitat del camp deguda a la superposició val $E' = 2 E_0 \cos \frac{2\pi \Delta r}{\lambda} = 0.235 \text{ V/m}$.
- T6)** La direcció i sentit de propagació ha de ser la que indica el dit polze de la ma dreta quan es giren els altres quatre dits des de \mathbf{E}_0 cap a \mathbf{B}_0 . Si l'ona es propaga en el sentit negatiu de les y ($\mathbf{v} = -c\mathbf{j}$), l'únic parell que ho satisfà és $\mathbf{E}_0 = (3 \text{ V/m})\mathbf{k}$, $\mathbf{B}_0 = -(10^{-8} \text{ T})\mathbf{i}$, tal i com s'indica a la figura. I també satisfà $E_0 = cB_0 = (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})(10^{-8} \text{ T}) = (3 \text{ V/m})$.



T7) $P = I(4\pi r^2) = (9.95 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2)[4\pi(20 \cdot 10^3 \text{ m})^2] = 50 \text{ kW}$
 $I = E_0 B_0 / (2\mu_0) = E_0^2 / (2c\mu_0)$, i a 20 km $E_0 = [2c\mu_0 I]^{1/2} = 0.0866 \text{ V/m}$
 Per tant, a 40 km, $E_0 = (0.0866 \text{ V/m})(20 \text{ km}) / (40 \text{ km}) = 0.0433 \text{ V/m}$.

T8) Si a l'aire $\lambda_0 = 630 \text{ nm}$, la freqüència val $f = c/\lambda_0 = 4.76 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, que no es modifica al canviar de medi. En canvi, la longitud d'ona es redueix a $\lambda = \lambda_0/n = 420 \text{ nm}$.

T9) L'angle de 60° és l'angle crític a partir del qual, per a angles d'incidència superiors, es produeix la reflexió total interna. Si n_v representa l'índex de refracció del vidre i n_a el de l'aigua, per a l'angle crític es compleix $n_v \sin \theta_c = n_a \sin 90^\circ = n_a$, és a dir $n_a/n_v = \sin 60^\circ$. Si l'angle d'incidència al vidre és de 45° , la llei de Snell estableix que l'angle de refracció θ a l'aigua satisfà $n_a \sin \theta = n_v \sin 45^\circ$, és a dir, $\sin \theta = (n_v/n_a) \sin 45^\circ = \sin 45^\circ / \sin 60^\circ$. Per tant, $\theta = \arcsin(\sin 45^\circ / \sin 60^\circ) = 54.7^\circ$.

T10) Si l'àrea és $A = 1 \text{ mm}^2 = (10^{-3} \text{ m})^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$, i la intensitat és $I = 6.3 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$, la potència d'emissió és $P = IA = 6.3 \text{ mW}$. Atès que $P = nhf = nhc/\lambda$, on n és el nombre de fotons emesos per unitat de temps, $n = P\lambda/(hc) = 1.4 \cdot 10^{16} \text{ fotons/s}$. Per tant, el nombre de fotons d'un pols d'1 ms és $N = n\Delta t = (1.4 \cdot 10^{16} \text{ fotons/s})(10^{-3} \text{ s}) = 1.4 \cdot 10^{13} \text{ fotons}$.