

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - ONES

Model A

11 de gener de 2017

Qüestions: 100% de l'examen

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

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

Dades: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ Js

T1) Una ona transversal es propaga en un medi i provoca que l'elongació y d'un punt x satisfaci la funció d'ona $y(x, t) = 0.191 \sin(15.708t + 1.0472x)$. Indiqueu quant valen la velocitat de propagació de l'ona (v_p) i la velocitat transversal (v_t) del punt x a l'instant en què la seva elongació és màxima (les distàncies estan expressades en metres i el temps en segons).

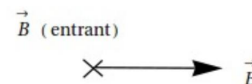
- a) $v_p = 15 \hat{i}$ m/s, $v_t = 0$ m/s. b) $v_p = -15 \hat{i}$ m/s, $v_t = 3 \hat{j}$ m/s.
c) $v_p = 15 \hat{i}$ m/s, $v_t = 3 \hat{j}$ m/s. d) $v_p = -15 \hat{i}$ m/s, $v_t = 0$ m/s.

T2) La velocitat transversal màxima d'un punt d'una corda per la qual es propaga una ona harmònica és v_0 . A l'instant t , en un punt de la corda, el desplaçament és la meitat del seu valor màxim. El mòdul de la velocitat d'aquest punt a l'instant t val

- a) $2v_0$. b) $3v_0/4$. c) $3^{1/2}v_0/2$. d) $v_0/2$.

T3) Quina és la direcció i sentit de propagació d'una ona, de la qual sabem que en un instant donat els camps \vec{E} i \vec{B} són els representats a la figura?

- a) Vertical i cap avall.
b) Vertical i cap amunt.
c) Avança sortint del pla del paper, cap a nosaltres.
d) Avança entrant cap al pla del paper, allunyant-se de nosaltres.



T4) El camp elèctric d'una ona electromagnètica linealment polaritzada és paral·lel a l'eix y . Si la intensitat instantània (mòdul del vector de Poynting) és $I(x, t) = 0.1 \sin^2(2\pi(x/10 - 3 \cdot 10^7t))$ W/m², el camp magnètic és:

- a) $\vec{B}(x, t) = 6.5 \cdot 10^{-9} \sin(2\pi(x/10 - 3 \cdot 10^7t)) \hat{i}$ T.
b) $\vec{B}(x, t) = 2.05 \cdot 10^{-8} \sin(2\pi(x/10 - 3 \cdot 10^7t)) \hat{i}$ T.
c) $\vec{B}(x, t) = 2.05 \cdot 10^{-8} \sin(2\pi(x/10 - 3 \cdot 10^7t)) \hat{k}$ T.
d) $\vec{B}(x, t) = 2.89 \cdot 10^{-8} \sin(2\pi(x/10 - 3 \cdot 10^7t)) \hat{k}$ T.

T5) Un telèfon mòbil treballa a una freqüència de 1.9 GHz i emet de forma isòtropa amb una potència de 0.6 W. Trobeu les amplituds dels camps elèctric i magnètic a una distància de 10 cm (aproximadament la distància al centre del cervell). Tracteu el telèfon com una font puntual d'ones electromagnètiques.

- a) $E_0 = 60$ V/m, $B_0 = 2.0 \cdot 10^{-7}$ T. b) $E_0 = 6$ V/m, $B_0 = 2.0 \cdot 10^{-8}$ T.
c) $E_0 = 77.5$ V/m, $B_0 = 2.6 \cdot 10^{-7}$ T. d) $E_0 = 7.75$ V/m, $B_0 = 2.6 \cdot 10^{-8}$ T.

T6) Quan un raig de llum arriba a la superfície de separació entre dos medis i l'índex de refracció del segon medi és més gran que el del primer, el raig, en cas que no incideixi perpendicularment a la superfície de separació:

- a) Sofrirà reflexió total interna.
- b) L'angle respecte a la normal del raig refractat serà més gran que el del raig incident.
- c) L'angle respecte a la normal del raig refractat serà igual que el del raig incident.
- d) L'angle respecte a la normal del raig refractat serà més petit que el del raig incident.

T7) Es fa incidir normalment llum no polaritzada d'intensitat I_0 sobre tres làmines polaritzadores paral·leles entre sí, situades una a continuació de l'altra. Els eixos de la primera i la tercera làmina són perpendiculars, i l'eix de la làmina central forma 45° amb els de les altres dues. La intensitat de la llum transmesa és

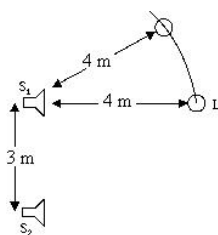
- a) 0.
- b) $I_0/8$.
- c) $I_0/4$.
- d) $I_0/2$.

T8) La profunditat dels forats practicats en la làmina metàl·lica dels CD-ROM és $d = 125$ nm. Sabem que aquesta làmina està recoberta per una capa de policarbonat d'índex de refracció $n_p = 1.5$ i que a la zona de lectura hi incideixen $4 \cdot 10^{16}$ fotons/s. Aleshores, el làser utilitzat per la lectura té una potència de

- a) 71 mW.
- b) 10.6 mW.
- c) 7.1 mW.
- d) 2.6 mW.

T9) Dos altaveus S_1 i S_2 situats a una distància de 3 m emeten ones sonores en fase. Quan el receptor (L) es troba enfront d' S_1 i a 4 m d'aquest, hi detecta un mínim d'intensitat. Quan L es mou sobre una circumferència de 4 m de radi centrada a S_1 , tal i com s'indica a la figura, es detecta un màxim d'intensitat a una distància d' S_2 de:

- a) 7.0 m.
- b) 6.5 m.
- c) 5.5 m.
- d) 6.0 m.



T10) L'experiment APOLLO (Apache Point Observatory Lunar Laser Operation) envia polsos de llum làser ultracurts (90 ps de duració) però de gran potència ($P = 1.1 \cdot 10^9$ W) cap a un mirall reflector de 0.6 m^2 instal·lat a la Lluna el 31 de juliol de 1971 per l'astronauta David Scott, de la tripulació de l'Apollo XV. El feix de llum làser, amb una longitud d'ona $\lambda = 532$ nm, il·lumina una superfície de la Lluna equivalent a un quadrat de 6.5 Km de costat. El nombre total de fotons (alguns dels quals són reflectits de nou cap a la Terra i detectats en l'experiment) que incideixen sobre el mirall en cada pols, és:

- a) $5.6 \cdot 10^{11}$.
- b) $2.4 \cdot 10^{14}$.
- c) $2.6 \cdot 10^{12}$.
- d) $3.8 \cdot 10^9$.

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - ONES

Model B

11 de gener de 2017

Qüestions: 100% de l'examen

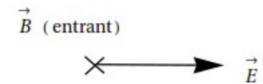
A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encerleu-la de manera clara.

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

Dades: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ Js

T1) Quina és la direcció i sentit de propagació d'una ona, de la qual sabem que en un instant donat els camps \vec{E} i \vec{B} són els representats a la figura?

- a) Avança sortint del pla del paper, cap a nosaltres.
- b) Vertical i cap avall.
- c) Avança entrant cap al pla del paper, allunyant-se de nosaltres.
- d) Vertical i cap amunt.



T2) El camp elèctric d'una ona electromagnètica linealment polaritzada és paral·lel a l'eix y . Si la intensitat instantània (mòdul del vector de Poynting) és $I(x, t) = 0.1 \sin^2(2\pi(x/10 - 3 \cdot 10^7 t))$ W/m², el camp magnètic és:

- a) $\vec{B}(x, t) = 6.5 \cdot 10^{-9} \sin(2\pi(x/10 - 3 \cdot 10^7 t)) \hat{i}$ T.
- b) $\vec{B}(x, t) = 2.89 \cdot 10^{-8} \sin(2\pi(x/10 - 3 \cdot 10^7 t)) \hat{k}$ T.
- c) $\vec{B}(x, t) = 2.05 \cdot 10^{-8} \sin(2\pi(x/10 - 3 \cdot 10^7 t)) \hat{i}$ T.
- d) $\vec{B}(x, t) = 2.05 \cdot 10^{-8} \sin(2\pi(x/10 - 3 \cdot 10^7 t)) \hat{k}$ T.

T3) Un telèfon mòbil treballa a una freqüència de 1.9 GHz i emet de forma isòtropa amb una potència de 0.6 W. Trobeu les amplituds dels camps elèctric i magnètic a una distància de 10 cm (aproximadament la distància al centre del cervell). Tracteu el telèfon com una font puntual d'ones electromagnètiques.

- a) $E_0 = 60$ V/m, $B_0 = 2.0 \cdot 10^{-7}$ T.
- b) $E_0 = 6$ V/m, $B_0 = 2.0 \cdot 10^{-8}$ T.
- c) $E_0 = 77.5$ V/m, $B_0 = 2.6 \cdot 10^{-7}$ T.
- d) $E_0 = 7.75$ V/m, $B_0 = 2.6 \cdot 10^{-8}$ T.

T4) Quan un raig de llum arriba a la superfície de separació entre dos medis i l'índex de refracció del segon medi és més gran que el del primer, el raig, en cas que no incideixi perpendicularment a la superfície de separació:

- a) L'angle respecte a la normal del raig refractat serà més gran que el del raig incident.
- b) L'angle respecte a la normal del raig refractat serà igual que el del raig incident.
- c) Sofrirà reflexió total interna.
- d) L'angle respecte a la normal del raig refractat serà més petit que el del raig incident.

T5) Una ona transversal es propaga en un medi i provoca que l'elongació y d'un punt x satisfaci la funció d'ona $y(x, t) = 0.191 \sin(15.708t + 1.0472x)$. Indiqueu quant valen la velocitat de propagació de l'ona (v_p) i la velocitat transversal (v_t) del punt x a l'instant en què la seva elongació és màxima (les distàncies estan expressades en metres i el temps en segons).

- a) $v_p = -15 \hat{i}$ m/s, $v_t = 3 \hat{j}$ m/s. b) $v_p = 15 \hat{i}$ m/s, $v_t = 3 \hat{j}$ m/s.
 c) $v_p = -15 \hat{i}$ m/s, $v_t = 0$ m/s. d) $v_p = 15 \hat{i}$ m/s, $v_t = 0$ m/s.

T6) La profunditat dels forats practicats en la làmina metàl·lica dels CD-ROM és $d = 125$ nm. Sabem que aquesta làmina està recoberta per una capa de policarbonat d'índex de refracció $n_p = 1.5$ i que a la zona de lectura hi incideixen $4 \cdot 10^{16}$ fotons/s. Aleshores, el làser utilitzat per la lectura té una potència de

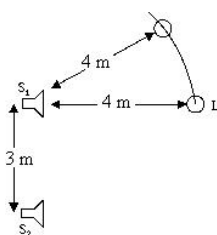
- a) 7.1 mW. b) 71 mW. c) 10.6 mW. d) 2.6 mW.

T7) L'experiment APOLLO (Apache Point Observatory Lunar Laser Operation) envia polsos de llum làser ultracurts (90 ps de duració) però de gran potència ($P = 1.1 \cdot 10^9$ W) cap a un mirall reflector de 0.6 m^2 instal·lat a la Lluna el 31 de juliol de 1971 per l'astronauta David Scott, de la tripulació de l'Apollo XV. El feix de llum làser, amb una longitud d'ona $\lambda = 532$ nm, il·lumina una superfície de la Lluna equivalent a un quadrat de 6.5 Km de costat. El nombre total de fotons (alguns dels quals són reflectits de nou cap a la Terra i detectats en l'experiment) que incideixen sobre el mirall en cada pols, és:

- a) $3.8 \cdot 10^9$. b) $2.6 \cdot 10^{12}$. c) $2.4 \cdot 10^{14}$. d) $5.6 \cdot 10^{11}$.

T8) Dos altaveus S_1 i S_2 situats a una distància de 3 m emeten ones sonores en fase. Quan el receptor (L) es troba enfront d' S_1 i a 4 m d'aquest, hi detecta un mínim d'intensitat. Quan L es mou sobre una circumferència de 4 m de radi centrada a S_1 , tal i com s'indica a la figura, es detecta un màxim d'intensitat a una distància d' S_2 de:

- a) 6.5 m.
 b) 5.5 m.
 c) 6.0 m.
 d) 7.0 m.



T9) Es fa incidir normalment llum no polaritzada d'intensitat I_0 sobre tres làmines polaritzadores paral·leles entre sí, situades una a continuació de l'altra. Els eixos de la primera i la tercera làmina són perpendiculars, i l'eix de la làmina central forma 45° amb els de les altres dues. La intensitat de la llum transmesa és

- a) $I_0/8$. b) 0. c) $I_0/2$. d) $I_0/4$.

T10) La velocitat transversal màxima d'un punt d'una corda per la qual es propaga una ona harmònica és v_0 . A l'instant t , en un punt de la corda, el desplaçament és la meitat del seu valor màxim. El mòdul de la velocitat d'aquest punt a l'instant t val

- a) $2v_0$. b) $v_0/2$. c) $3^{1/2}v_0/2$. d) $3v_0/4$.

Respostes correctes

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

Resolució del Model A

T1) Expressant les distàncies en metres i el temps en segons:

$$2\pi/\lambda = 1.0472 \Rightarrow \lambda = 6 \text{ m}, \quad 2\pi/T = 15.708 \Rightarrow T = 0.4 \text{ s.}$$

$$v_p = \lambda/T = 15 \text{ m/s propagant-se cap a l'esquerra.}$$

$$v_t = (0.191)(15.708) \cos(15.708t + 1.0472x) = 3 \cos(15.708t + 1.0472x) \text{ m/s.}$$

Quan l'elongació és màxima $\sin(15.708t + 1.0472x) = \pm 1 \Rightarrow \cos(15.708t + 1.0472x) = 0$. Per tant, $v_t = 0$.

Els resultats correctes són doncs, $v_p = -15 \hat{i} \text{ m/s}$, $v_t = 0$

T2) A l'instant t tenim per l'elongació que $A/2 = A \sin(kx - \omega t + \theta_0)$, de manera que $\sin(kx - \omega t + \theta_0) = 1/2$, i, per tant, $\cos(kx - \omega t + \theta_0) = 3^{1/2}/2$. La velocitat transversal del punt serà $v = -v_0 \cos(kx - \omega t + \theta_0) = -3^{1/2}v_0/2$.

T3) El sentit de la propagació ve donat pel vector unitari \hat{u} :

$$\hat{u} = \vec{E} \times \vec{B} / |\vec{E} \times \vec{B}|$$

es dirigeix cap amunt

T4) Com que $0.1 = cB_0^2/\mu_0$, podem calcular el mòdul $B_0 = 2.05 \cdot 10^{-8} \text{ T}$. Podem determinar la seva direcció tenint en compte que $\vec{B} = (\hat{u} \times \vec{E})/c$, ja que $\hat{u} = \hat{i}$ i \vec{E} és paral·lel a \hat{j} , i trobem que és paral·lel a \hat{k} .

$$\mathbf{T5)} \quad E_0 = \sqrt{2c\mu_0 \langle I \rangle} = \sqrt{2c\mu_0 P / (4\pi r^2)} = 60 \text{ V/m}, \quad B_0 = E_0/c = 2.0 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

T6) No existeix angle crític quan passem a un medi amb un índex de refracció major. Per altra banda, l'angle respecte a la normal del raig refractat serà $n_2 \sin(\theta_2) = n_1 \sin(\theta_1)$ i per tant,

$$\sin(\theta_2) = (n_1/n_2) \sin(\theta_1) \Rightarrow \theta_2 < \theta_1$$

- T7)** La intensitat que travessa la primera làmina polaritzadora és $I_0/2$. La que travessa la segona làmina és $(I_0/2) \cos^2(45^\circ) = I_0/4$ i la que travessa la tercera és $(I_0/4) \cos^2(45^\circ) = I_0/8$.
- T8)** Per la correcta lectura del CD s'ha de verificar que $k \cdot 2d = \pi$ i per tant $\lambda = 4d = 500$ nm. La longitud d'ona a l'aire serà $\lambda_0 = \lambda \cdot n_p = 750$ nm. Trobem la potència del làser fent $P = (4 \cdot 10^{16} \text{ fotons/s}) \cdot E_{\text{foto}}$, és a dir, $P = (4 \cdot 10^{16}) \cdot (h \cdot c / \lambda_0) = 10.6$ mW.
- T9)** La diferència de fase entre les ones provinents de les dues fonts es deu a la diferència entre els camins recorreguts. Si en el mínim $k(5-4) = \pi$, en el màxim $k(d_2-4) = 2\pi$, de manera que $d_2 = 6$ m.
- T10)** El nombre total de fotons d'un pols és $N_{\text{fotons}} = \frac{U}{h f} = \frac{P \Delta t}{h c / \lambda} = 2.6 \cdot 10^{17}$, repartits en una superfície $S = 6500^2 \text{ m}^2$. La fracció que cau sobre el mirall és $S_{\text{mirall}}/S = 1.4 \cdot 10^{-8}$ i per tant el número total de fotons que incideixen sobre el mirall en cada pols, és $(2.6 \cdot 10^{17}) (1.4 \cdot 10^{-8}) = 3.8 \cdot 10^9$.