

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ONES  
10 de Juny del 2014

Model A

**Qüestions: 100% 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.

- T1)** Una ona mecànica es propaga per una corda vibrant que penja del sostre, de forma que la oscil·lació es produeix al pla XZ. Llaors podem afirmar que
- a) És una ona longitudinalal, polaritzada linealment
  - b) És una ona longitudinal, i no polaritzada
  - c) És una ona transversal, polaritzada linealment
  - d) És una ona transversal, i no polaritzada
- T2)** Sabent que el camp elèctric d'una ona electromagnètica plana, harmònica i linealment polaritzada és  $E_y(x, t) = E_0 \sin(kx - \omega t - \pi/3)$ , indiqueu quina de les següents afirmacions és certa:
- a)  $B_y(x, t) = B_0 \sin(kx - \omega t + \pi/3)$ .
  - b)  $B_y(x, t) = B_0 \sin(kx - \omega t - \pi/3)$ .
  - c)  $B_z(x, t) = B_0 \sin(kx - \omega t - \pi/3)$ .
  - d)  $B_z(x, t) = B_0 \sin(kx - \omega t + \pi/3)$ .
- T3)** Hem perdut el comandament a distància a infrarojos del nostre televisor. A la botiga trobem un comandament universal que por sintonitzar-se amb televisors que operen en el rang d'infrarojos amb longitud d'ona entre  $10^{-5}m$  i  $10^{-3}m$ . Si el nostre televisor opera en una freqüència  $f = 1.2 \times 10^{13}$  Hz, podrem sintonitzar-lo amb el nou comandament?
- a) Sí, en el rang de longituds d'ona llarges del comandament.
  - b) No, les longituds d'ona en el rang del comandament son massa grans.
  - c) No, es longituds d'one en el rang del comandament son massa petites.
  - d) Sí, en el rang de longituds d'ona curtes del comandament.
- T4)** Un objecte carregat en un medi material pot emetre radiació Cherenkov quan es mou amb una velocitat superior a la velocitat de la llum en aquest medi. Quina es la velocitat mínima a la que ha de viatjar un protó dintre de una piscina de benzè per poder emetre radiació Cherenkov? Índex de refracció del benzè:  $n = 1.57$ .
- a)  $1.91 \cdot 10^8$  m/s.
  - b)  $5.67 \cdot 10^8$  m/s.
  - c)  $2.83 \cdot 10^8$  m/s.
  - d)  $0.87 \cdot 10^8$  m/s.
- T5)** Una antena emissora de ràdio envia un senyal electromagnètic de 7 GW. Quan valen, respectivament, els camps elèctric i magnètic màxims a una distància de 100 km?  
( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Tm/A,  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  F/m).
- a) 20.5 V/m, 68.3 nT.
  - b) 2.05 V/m, 6.83 nT.
  - c) 6.48 V/m, 21.6 nT.
  - d) 23.0 V/m, 76.6 nT.

**T6)** El canó làser de l'estació espacial *Estrella de la Mort* pot destruir un planeta amb un pols làser de durada 0.21 s. El canó està format per un làser de raigs  $\gamma$  de longitud d'ona  $10^{-18}$  m. Si per destruir el planeta es necessita una energia de  $2.4 \cdot 10^{32}$  J, quants fotons per segon emet el canó? (Constant de Planck:  $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$  J·s).

(Nota: els professors de la secció de Física reprovem de forma manifesta l'ús maliciós que en fan els responsables de la *Estrella de la Mort* de les propietats del laser.).

- a)  $5.75 \cdot 10^{39}$ .      b)  $5.75 \cdot 10^{37}$ .      c)  $1.25 \cdot 10^{37}$ .      d)  $1.25 \cdot 10^{39}$ .

**T7)** Dispoem d'un conjunt de 6 làmines polaritzadores situades en paral·lel una a continuació de l'altre, de manera que l'eix de polarització d'una làmina forma un angle  $\theta$  amb l'eix de la làmina l'anterior. Sobre la primera làmina incideix un feix de llum no polaritzada d'intensitat  $I = 12 \text{ W/m}^2$ . La llum que surt de la darrera làmina és d'intensitat  $I' = 4.2421 \text{ W/m}^2$ . Quin es l'angle  $\theta$  que formen els eixos de polarització dels polaritzadors?

- a)  $20^\circ$                       b)  $15^\circ$                       c)  $10^\circ$                       d)  $5^\circ$

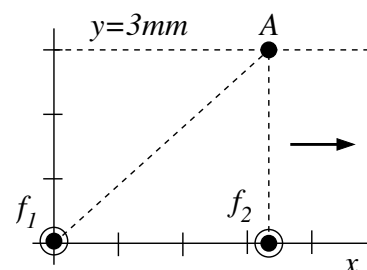
**T8)** La velocitat de la llum en el nucli d'una fibra òptica de plàstic és de  $2 \cdot 10^8$  m/s. Si l'angle crític entre la fibra i el seu recobriment és  $80^\circ$ , amb quin angle mínim ha d'entrar un feix de llum a la fibra per tal que es transmeti sense pèrdua?

- a)  $20.2^\circ$ .                      b)  $40.5^\circ$ .                      c)  $6.6^\circ$ .                      d)  $15.1^\circ$ .

**T9)** Una ona que es propaga per una molla penjada del sostre ve descrita per la funció d'ones  $\Psi(z, t) = 5 \sin(15z + 75t - \pi/4)$ . Llavors la velocitat a la que es propaga l'ona i la seva longitud d'ona són:

- a)  $v = 5 \text{ m/s}$ ,  $\lambda = 0.419 \text{ m}$                       b)  $v = 340 \text{ m/s}$ ,  $\lambda = 0.528 \text{ m}$   
c)  $v = 85\pi \text{ m/s}$ ,  $\lambda = 0.528 \text{ m}$                       d)  $v = 0.2 \text{ m/s}$ ,  $\lambda = 0.419 \text{ m}$

**T10)** Dues fonts d'emissió d'ultrasons,  $f_1$  i  $f_2$ , emeten ones de freqüència  $f = 32 \text{ kHz}$  en fase. El focus  $f_1$  es troba a l'origen de coordenades, mentre que  $f_2$  es pot desplaçar al llarg de l'eix  $x$  tal es mostra a la figura. Sabent que  $f_1$  i  $f_2$  emeten ones que es propaguen per l'aire a velocitat  $v = 340 \text{ m/s}$ , la mínima posició  $x$  a la que hem de situar  $f_2$  per tal que la interferència que es produeix al punt A situat a una distància vertical  $y = 3 \text{ mm}$  respecte a  $f_2$  sigui destructiva, és:



- a)  $x = 2.33 \text{ mm}$                       b)  $x = 7.75 \text{ mm}$   
c)  $x = 11.67 \text{ mm}$                       d)  $x = 12.50 \text{ mm}$

**Les notes sortiran com a màxim el DIMECRES 11 de Juny, i la revisió dels parcials es farà el DIJOUS 12 de Juny de 11h00 a 12h00 a l'aula B4-212. Consulteu el Racó per possibles actualitzacions.**

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ONES  
10 de Juny del 2014

Model B

Qüestions: 100% de l'examen

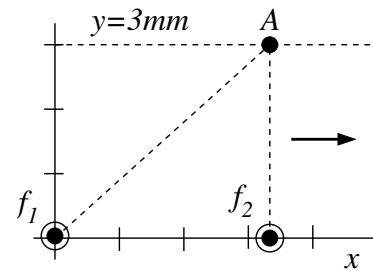
A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encercleu-la de manera clara.

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

**T1)** La velocitat de la llum en el nucli d'una fibra òptica de plàstic és de  $2 \cdot 10^8$  m/s. Si l'angle crític entre la fibra i el seu recobriment és  $80^\circ$ , amb quin angle mínim ha d'entrar un feix de llum a la fibra per tal que es transmeti sense pèrdua?

- a)  $20.2^\circ$ .                      b)  $15.1^\circ$ .                      c)  $40.5^\circ$ .                      d)  $6.6^\circ$ .

**T2)** Dues fonts d'emissió d'ultrasons,  $f_1$  i  $f_2$ , emeten ones de freqüència  $f = 32$  kHz en fase. El focus  $f_1$  es troba a l'origen de coordenades, mentre que  $f_2$  es pot desplaçar al llarg de l'eix  $x$  tal es mostra a la figura. Sabent que  $f_1$  i  $f_2$  emeten ones que es propaguen per l'aire a velocitat  $v = 340$  m/s, la mínima posició  $x$  a la que hem de situar  $f_2$  per tal que la interferència que es produeix al punt A situat a una distància vertical  $y = 3$  mm respecte a  $f_2$  sigui destructiva, és:



- a)  $x = 7.75$  mm                      b)  $x = 11.67$  mm  
c)  $x = 12.50$  mm                      d)  $x = 2.33$  mm

**T3)** Una antena emissora de ràdio envia un senyal electromagnètic de 7 GW. Quan valen, respectivament, els camps elèctric i magnètic màxims a una distància de 100 km? ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Tm/A,  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  F/m).

- a) 20.5 V/m, 68.3 nT.                      b) 23.0 V/m, 76.6 nT.  
c) 2.05 V/m, 6.83 nT.                      d) 6.48 V/m, 21.6 nT.

**T4)** Dispoem d'un conjunt de 6 làmines polaritzadores situades en paral·lel una a continuació de l'altre, de manera que l'eix de polarització d'una làmina forma un angle  $\theta$  amb l'eix de la làmina l'anterior. Sobre la primera làmina incideix un feix de llum no polaritzada d'intensitat  $I = 12$  W/m<sup>2</sup>. La llum que surt de la darrera làmina és d'intensitat  $I' = 4.2421$  W/m<sup>2</sup>. Quin es l'angle  $\theta$  que formen els eixos de polarització dels polaritzadors?

- a)  $5^\circ$                       b)  $20^\circ$                       c)  $15^\circ$                       d)  $10^\circ$

**T5)** Una ona mecànica es propaga per una corda vibrant que penja del sostre, de forma que la oscil·lació es produeix al pla XZ. Llaors podem afirmar que

- a) És una ona longitudinalal, polaritzada linealment  
b) És una ona transversal, polaritzada linealment  
c) És una ona longitudinal, i no polaritzada  
d) És una ona transversal, i no polaritzada

**T6)** Hem perdut el comandament a distància a infrarojos del nostre televisor. A la botiga trobem un comandament universal que pot sintonitzar-se amb televisors que operen en el rang d'infrarojos amb longitud d'ona entre  $10^{-5}m$  i  $10^{-3}m$ . Si el nostre televisor opera en una freqüència  $f = 1.2 \times 10^{13}$  Hz, podem sintonitzar-lo amb el nou comandament?

- a) No, es longituds d'one en el rang del comandament son massa petites.
- b) No, les longituds d'ona en el rang del comandament son massa grans.
- c) Sí, en el rang de longituds d'ona curtes del comandament.
- d) Sí, en el rang de longituds d'ona llargues del comandament.

**T7)** El canó làser de l'estació espacial *Estrella de la Mort* pot destruir un planeta amb un pols làser de durada 0.21 s. El canó està format per un làser de raigs  $\gamma$  de longitud d'ona  $10^{-18}$  m. Si per destruir el planeta es necessita una energia de  $2.4 \cdot 10^{32}$  J, quants fotons per segon emet el canó? (Constant de Planck:  $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$  J · s).

(Nota: els professors de la secció de Física reprovem de forma manifesta l'ús maliciós que en fan els responsables de la *Estrella de la Mort* de les propietats del laser.).

- a)  $1.25 \cdot 10^{39}$ .
- b)  $1.25 \cdot 10^{37}$ .
- c)  $5.75 \cdot 10^{39}$ .
- d)  $5.75 \cdot 10^{37}$ .

**T8)** Una ona que es propaga per una molla penjada del sostre ve descrita per la funció d'ones  $\Psi(z, t) = 5 \sin(15z + 75t - \pi/4)$ . Llavors la velocitat a la que es propaga l'ona i la seva longitud d'ona són:

- a)  $v = 340$  m/s,  $\lambda = 0.528$  m
- b)  $v = 5$  m/s,  $\lambda = 0.419$  m
- c)  $v = 0.2$  m/s,  $\lambda = 0.419$  m
- d)  $v = 85\pi$  m/s,  $\lambda = 0.528$  m

**T9)** Sabent que el camp elèctric d'una ona electromagnètica plana, harmònica i linealment polaritzada és  $E_y(x, t) = E_0 \sin(kx - \omega t - \pi/3)$ , indiqueu quina de les següents afirmacions és certa:

- a)  $B_z(x, t) = B_0 \sin(kx - \omega t - \pi/3)$ .
- b)  $B_y(x, t) = B_0 \sin(kx - \omega t + \pi/3)$ .
- c)  $B_z(x, t) = B_0 \sin(kx - \omega t + \pi/3)$ .
- d)  $B_y(x, t) = B_0 \sin(kx - \omega t - \pi/3)$ .

**T10)** Un objecte carregat en un medi material pot emetre radiació Cherenkov quan es mou amb una velocitat superior a la velocitat de la llum en aquest medi. Quina es la velocitat mínima a la que ha de viatjar un protó dintre de una piscina de benzè per poder emetre radiació Cherenkov? Índex de refracció del benzè:  $n = 1.57$ .

- a)  $5.67 \cdot 10^8$  m/s.
- b)  $1.91 \cdot 10^8$  m/s.
- c)  $2.83 \cdot 10^8$  m/s.
- d)  $0.87 \cdot 10^8$  m/s.

**Les notes sortiran com a màxim el DIMECRES 11 de Juny, i la revisió dels parcials es farà el DIJOUS 12 de Juny de 11h00 a 12h00 a l'aula B4-212.**

**Consulteu el Racó per possibles actualitzacions.**

## Respostes correctes de les qüestions del Test

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

### Resolució del Model A

- T1)** Les ones mecàniques que es propaguen per una corda són transversals ja que la direcció de vibració i la de propagació són perpendiculars. Tanmateix el pla que formen la direcció de propagació (vertical ja que es propaga per la corda) i la de vibració no canvia en el temps donat que l'ona oscil·la sempre al pla XZ, i per tant es troba polaritzada linealment.
- T2)** Tots dos camps han d'estar en fase, tenir la mateixa direcció de propagació i han de satisfer que el producte vectorial  $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$  vagi en la direcció i sentit de propagació de l'ona (eix +X). Tot plegat, això només succeeix quan  $B_z(x, t) = B_0 \sin(kx - \omega t - \pi/3)$ .
- T3)** La longitud d'ona a la que opera el televisor és  $\lambda = c/f = 3 \cdot 10^8 / 1.2 \cdot 10^{13} = 2.5 \cdot 10^{-5}$  m. Aquest valor es troba dins del rang d'operació del neu comandament, a la part de longituds d'ona curtes.
- T4)** La velocitat de la llum en un medi dielèctric ve donada per  $v = c/n$  on  $n$  és l'índex de refracció. En el cas del benzé, la velocitat de la llum és  $v = 3 \cdot 10^8 / 1.57 = 1.91 \cdot 10^8$  m/s. El protó haurà de viatjar doncs a una velocitat superior a  $1.91 \cdot 10^8$  m/s.
- T5)** Sabem que la intensitat mitjana de l'ona és  $I = P/S = c\eta$ , on  $P$  és la potència d'emissió,  $S$  és la superfície del front d'ones i  $\eta$  és la densitat mitjana d'energia per unitat de volum que transporta l'ona. D'altra banda sabem que  $\eta = \epsilon_0 E_0^2 / 2$ , de forma que  $E_0 = \sqrt{\frac{P}{2\pi r^2 \epsilon_0 c}}$ , on  $r$  és la distància que separa el punt d'emissió del punt de recepció. D'aquí s'obté un camp elèctric de  $6.48 \frac{V}{m}$  i  $B_0 = \frac{E_0}{c} = 21.6$  nT.
- T6)** Els fotons de raigs X emesos són de freqüència  $f = c/\lambda = 3 \cdot 10^{26}$  J. L'energia de cada foto es  $hf$ . Per destruir el planeta, el canó ha d'emetre un número  $N$  de fotons tal que  $U = Nhf = 2.4 \cdot 10^{32}$ . D'aquí trobem  $N = 2.4 \cdot 10^{32} / (hf) = 1.207 \cdot 10^{39}$ . Aquesta energia s'emet en 0.21 segons. Així doncs, el canó emet  $N/0.21 = 1.207 \cdot 10^{39} / 0.21 = 5.75 \cdot 10^{39}$  fotons per segon.

- T7)** La intensitat de la llum que emergeix del primer polaritzador és la meitat de la intensitat del feix original, ja que la llum incident és no polaritzada. A partir d'aquí la intensitat que emergeix de cada làmina es troba polaritzada linealment, i per tant la intensitat a la sortida de l'última làmina es  $I' = I[\cos^2(\theta)]^5/2 = I \cos^{10}(\theta)/2$ . D'aquí trobem  $\cos(\theta) = (2I'/I)^{1/10} = (2 \cdot 4.2421/12)^{1/10} = 0.9715216$ . Així doncs,  $\theta = \arcsin(0.9715216) = 15^\circ$ .
- T8)** A partir de la velocitat de la llum al plàstic  $v$ , tenim que l'índex de refracció de la fibra és:  $n = c/v = 1.5$ . D'altra banda, l'angle crític fibra-recobriment  $\gamma = 80^\circ$  ens informa que l'angle que forma la llum després de l'entrada és de  $\beta = 180 - 90 - \gamma = 10^\circ$ . Així, l'aplicació de la llei de Snell als angles d'incidència  $\alpha$  i refracció aire-fibra  $\beta$  ens dóna:  $\alpha = \arcsin[1.5 \sin(10^\circ)] = 15.1^\circ$ .
- T9)** L'expressió general de l'ona aplicada al nostre cas és  $\Psi(z, t) = A \sin(kz + \omega t + \varphi)$ , on  $A$  és l'amplitud,  $k$  el nombre d'ones,  $\omega$  la freqüència angular i  $\varphi$  la fase inicial. Com que  $k = 2\pi/\lambda$ , resulta que la longitud d'ona és  $\lambda = 2\pi/k = 2\pi/15 = 0.419$  m. D'altra banda trobem la velocitat a partir de la relació  $\omega = kv$ , que ens dona  $v = \omega/k = 75/15 = 5$  m/s.
- T10)** Per tal que la interferència al punt  $A$  sigui destructiva, cal que la diferència de camins recorreguts per les ones que emeten els focus  $f_1$  i  $f_2$  sigui un nombre imparell de semilongituds d'ona. La distància mínima a la que cal situar  $f_2$  es aquella que fa que aquesta diferència de camins sigui  $\lambda/2$ . El camí que recorre l'ona que surt des de  $f_1$  és  $d_1 = \sqrt{x^2 + 3^2}$ , mentre que la que surt de  $f_2$  recorre sempre  $d_2 = 3$  mm ja que ens fixem en un punt que es troba sempre sobre la seva vertical. En conseqüència, la diferència de camins recorregut per les dues ones és  $\Delta d = \sqrt{x^2 + 9} - 3$ . La condició d'interferència destructiva és doncs  $\sqrt{x^2 + 9} - 3 = \lambda/2$ . La longitud d'ona de les ones emeses es troba de la relació  $\lambda = v/f = 340/32 \cdot 10^3 = 0.0106$  m = 10.6 mm, i per tant substituint a la relació anterior, obtenim  $x = 7.75$  mm.