

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ONES  
19 de Desembre del 2018

Model A

**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.

$$(\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C V}^{-1} \text{ m}^{-1}, \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m/A})$$

**T1)** Una ona electromagnètica harmònica incideix perpendicularment sobre una superfície de  $10 \text{ cm}^2$ . Si el mòdul del valor màxim del camp magnètic que transporta l'ona és de  $3 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ , l'energia total mitja que ha incidit sobre la superfície en 5 s és:

- a) 35.7 mJ.      b) 73.5 mJ.      c) 47.3 mJ.      d) 53.7 mJ.

**T2)** Es fa incidir llum solar sobre un sistema format per quatre filtres polaritzadors paral·lels, de forma que la radiació incideix normalment sobre la superfície del primer. Si l'eix de polarització del 2on. filtre forma un angle de  $10^\circ$  respecte al del primer, i el del 3er.  $20^\circ$  respecte al 2on, quin és l'angle que forma l'eix de polarització del 4art filtre respecte al del 3er, sabent que del darrer polaritzador només surt un 7.65% de la radiació incident?

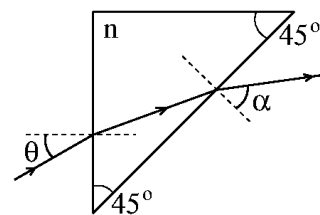
- a)  $30^\circ$       b)  $65^\circ$       c)  $83^\circ$       d)  $44^\circ$

**T3)** Una emisora de radio a Lleida emet uniformement en totes direccions. Per tal de poder sintonitzar-la a Barcelona (a 130 Km de distància) amb una radio que requereix una intensitat mínima de  $0.7 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$  per detectar senyals, cal que la emisora emeti amb una potència mitjana mínima:

- a) 92.47 kW      b) 17.68 kW      c) 148.7 kW      d) 50.1 kW

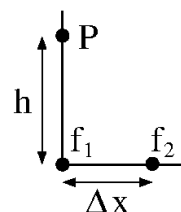
**T4)** Un raig de llum incideix sobre una de les cares d'un prisma triangular d'índex de refracció  $n = 1.105$  com el de la figura. Si l'angle d'incidència és  $\theta = 20^\circ$ , l'angle de refracció  $\alpha$  és:

- a)  $70^\circ$       b)  $80^\circ$   
c)  $60^\circ$       d)  $90^\circ$

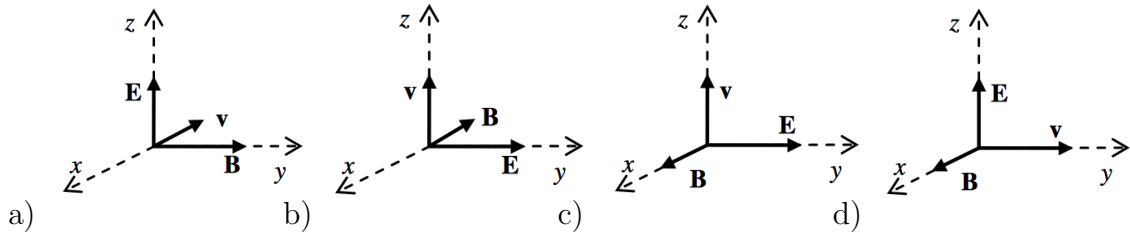


**T5)** Dos focus  $f_1$  i  $f_2$  emeten en fase ones d'ultrasó de 40 kHz de freqüència. Sabent que la velocitat de propagació del so a l'aire és de 340 m/s, la mínima distància  $\Delta x$  que ha de separar els focus de forma que al punt P hi hagi un màxim d'interferència d'intensitat per a una distància  $h = 6.0 \text{ cm}$ , és:

- a)  $\Delta x = 3.3 \text{ cm}$       b)  $\Delta x = 6.5 \text{ cm}$   
c)  $\Delta x = 2.0 \text{ cm}$       d)  $\Delta x = 1.7 \text{ cm}$



**T6)** A les quatre figures es representen els valors instantanis en un punt de l'espai del camp elèctric  $\vec{E}$  i del camp magnètic  $\vec{B}$  d'una ona electromagnètica que es propaga amb velocitat  $\vec{v}$ . Quina representació és INCORRECTA?



**T7)** Per tal d'operar de la forma que ho fa, es calcula que el sabre làser dels cavallers Jedi han de tenir una potència mínima de 7 MW. Considerant que aquest emet radiació verda de 520 nm de longitud d'ona, quants fotons per segon ha d'emetre? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ )

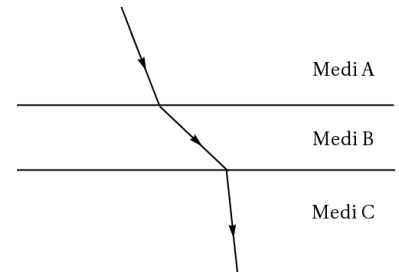
- a)  $1.1 \cdot 10^{17}$       b)  $1.6 \cdot 10^{14}$       c)  $1.7 \cdot 10^{27}$       d)  $1.8 \cdot 10^{25}$

**T8)** Un feix de llum de freqüència 5 THz incideix sobre una làmina de vidre d'índex de refracció  $n=1.52$  i amplada d. Si l'angle que forma el feix amb la superfície de la làmina de vidre és de  $60^\circ$ , quin serà l'angle que formarà el feix amb la normal al vidre quan surt del vidre?

- a)  $30^\circ$       b)  $60^\circ$       c)  $45^\circ$       d) El feix no surt del vidre.

**T9)** A la figura, s'observa la direcció d'una ona passant a través de tres medis A, B i C. D'acord amb la figura, es pot afirmar que la longitud d'ona més gran correspon:

- a) Al medi C.  
 b) Al medi A.  
 c) Al medi B.  
 d) La longitud d'ona és la mateixa en els tres medis.



**T10)** En una zona de platja de profunditat petita i constant arriben ones de 25 cm d'amplitud, que viatgen a una velocitat de 2 m/s, i que poden ser descrites per una funció harmònica amb període  $T = 2.5 \text{ s}$ . Si s'han situat dues boies amb una separació de 12.5 m en la direcció de propagació de les ones, la diferència de fase amb que oscil·len és

- a)  $45^\circ$       b)  $180^\circ$       c)  $90^\circ$       d)  $72^\circ$

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ONES  
19 de Desembre del 2018

Model B

**Qüestions: 100% de l'examen**

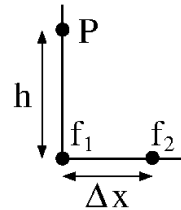
A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encerceleu-la de manera clara.

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

$$(\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C V}^{-1} \text{ m}^{-1}, \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m/A})$$

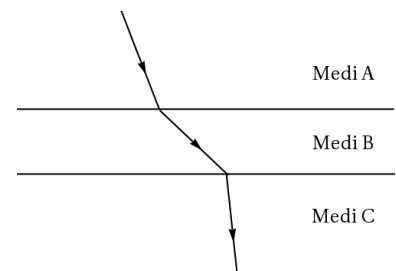
- T1)** Un feix de llum de freqüència 5 THz incideix sobre una làmina de vidre d'índex de refracció  $n=1.52$  i amplada  $d$ . Si l'angle que forma el feix amb la superfície de la làmina de vidre és de  $60^\circ$ , quin serà l'angle que formarà el feix amb la normal al vidre quan surt del vidre?
- a)  $60^\circ$                       b)  $45^\circ$                       c)  $30^\circ$                       d) El feix no surt del vidre.

- T2)** Dos focus  $f_1$  i  $f_2$  emeten en fase ones d'ultrasó de 40 kHz de freqüència. Sabent que la velocitat de propagació del so a l'aire és de 340 m/s, la mínima distància  $\Delta x$  que ha de separar els focus de forma que al punt P hi hagi un màxim d'interferència d'intensitat per a una distància  $h = 6.0$  cm, és:



- a)  $\Delta x = 3.3$  cm                      b)  $\Delta x = 6.5$  cm  
c)  $\Delta x = 1.7$  cm                      d)  $\Delta x = 2.0$  cm
- T3)** Per tal d'operar de la forma que ho fa, es calcula que el sabre làser dels cavallers Jedi han de tenir una potència mínima de 7 MW. Considerant que aquest emet radiació verda de 520 nm de longitud d'ona, quants fotons per segon ha d'emetre? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$  J s)
- a)  $1.1 \cdot 10^{17}$                       b)  $1.8 \cdot 10^{25}$                       c)  $1.7 \cdot 10^{27}$                       d)  $1.6 \cdot 10^{14}$
- T4)** Una ona electromagnètica harmònica incideix perpendicularment sobre una superfície de  $10 \text{ cm}^2$ . Si el mòdul del valor màxim del camp magnètic que transporta l'ona és de  $3 \cdot 10^{-7}$  T, l'energia total mitja que ha incidit sobre la superfície en 5 s és:
- a) 73.5 mJ.                      b) 35.7 mJ.                      c) 47.3 mJ.                      d) 53.7 mJ.

- T5)** A la figura, s'observa la direcció d'una ona passant a través de tres medis A, B i C. D'acord amb la figura, es pot afirmar que la longitud d'ona més gran correspon:



- a) Al medi A.  
b) La longitud d'ona és la mateixa en els tres medis.  
c) Al medi C.  
d) Al medi B.

**T6)** Una emisora de radio a Lleida emet uniformement en totes direccions. Per tal de poder sintonitzar-la a Barcelona (a 130 Km de distància) amb una radio que requereix una intensitat mínima de  $0.7 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$  per detectar senyals, cal que la emisora emeti amb una potència mitjana mínima:

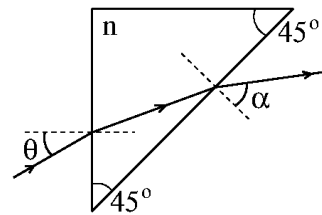
- a) 148.7 kW      b) 17.68 kW      c) 50.1 kW      d) 92.47 kW

**T7)** En una zona de platja de profunditat petita i constant arriben ones de 25 cm d'amplitud, que viatgen a una velocitat de 2 m/s, i que poden ser descrites per una funció harmònica amb període  $T = 2.5 \text{ s}$ . Si s'han situat dues boies amb una separació de 12.5 m en la direcció de propagació de les ones, la diferència de fase amb que oscil·len és

- a)  $72^\circ$       b)  $90^\circ$       c)  $45^\circ$       d)  $180^\circ$

**T8)** Un raig de llum incideix sobre una de les cares d'un prisma triangular d'índex de refracció  $n = 1.105$  com el de la figura. Si l'angle d'incidència és  $\theta = 20^\circ$ , l'angle de refracció  $\alpha$  és:

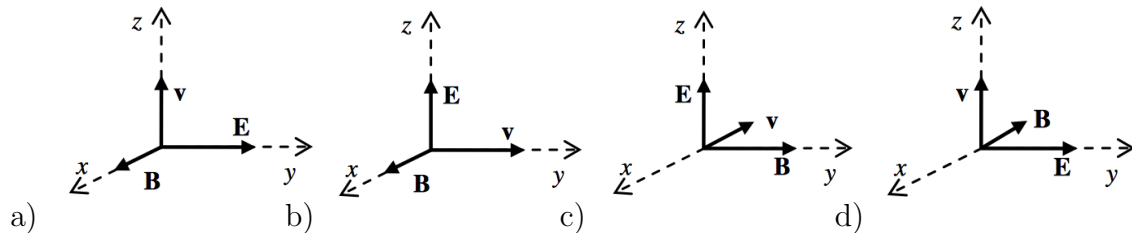
- a)  $60^\circ$       b)  $90^\circ$       c)  $80^\circ$       d)  $70^\circ$



**T9)** Es fa incidir llum solar sobre un sistema format per quatre filtres polaritzadors paral·lels, de forma que la radiació incideix normalment sobre la superfície del primer. Si l'eix de polarització del 2on. filtre forma un angle de  $10^\circ$  respecte al del primer, i el del 3er.  $20^\circ$  respecte al 2on, quin és l'angle que forma l'eix de polarització del 4art filtre respecte al del 3er, sabent que del darrer polaritzador només surt un 7.65% de la radiació incident?

- a)  $44^\circ$       b)  $83^\circ$   
c)  $30^\circ$       d)  $65^\circ$

**T10)** A les quatre figures es representen els valors instantanis en un punt de l'espai del camp elèctric  $\vec{E}$  i del camp magnètic  $\vec{B}$  d'una ona electromagnètica que es propaga amb velocitat  $\vec{v}$ . Quina representació és INCORRECTA?

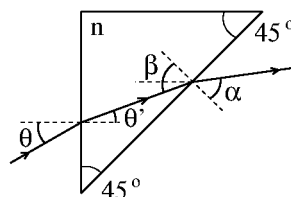


## Respostes correctes de les qüestions del Test

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

### Resolució del Model A

- T1)** La densitat d'energia per unitat de volum que transporta una ona electromagnètica es pot escriure com  $\eta = B_0^2/(2\mu_0)$ , mentre que la intensitat de la radiació que incideix sobre la superfície és  $I = \eta c$ . Com que la intensitat és igual a la quantitat d'energia mitja  $\Delta E$  que incideix per unitat de superfície i per unitat de temps, resulta que sobre la superfície  $S = 5 \text{ cm}^2$  en el temps  $\Delta t = 5 \text{ s}$ , arriba una energia  $\Delta E = IS\Delta t = \eta c S \Delta t = \frac{B_0^2}{2\mu_0} c S \Delta t = 53.7 \text{ mJ}$ .
- T2)** Donat que la llum solar és no polaritzada, del primer polaritzador emergeix només un 50% de la radiació incident. Aquesta incideix sobre el 2on. polaritzador, que deixa passar nome una fracció igual a  $\cos^2(10^\circ)$  segons la llei de Malus. Aquesta passa pel 3er. polaritzador i en surt una fracció igual a  $\cos^2(20^\circ)$ . Finalment, aquesta passa pel 4art polaritzador, l'eix del qual fa un angle  $\phi$  amb l'eix del 3er, i surt una fracció  $\cos^2 \phi$ . En definitiva, tenim que  $I = I_0 \frac{1}{2} \cos^2(10^\circ) \cos^2(20^\circ) \cos^2 \phi$ , mentre que sabem que  $I = 0.0765 I_0$ . D'aquí obtenim  $\cos^2 \phi = 2 \cdot 0.0765 / (\cos^2(10^\circ) \cos^2(20^\circ))$  i per tant  $\phi = 65^\circ$ .
- T3)** Si la emissora emet uniformement en totes les direccions amb una potència mitjana  $P$ , la intensitat que reb un observador situat a una distància  $r$  és  $I = P/4\pi r^2$ . Així doncs, la potència d'emissió és  $P = I 4\pi r^2$ . Com que  $I$  ha de ser més gran o igual a  $I_0 = 0.7 \cdot 10^{-6} \text{ J/m}^2$ , resulta que  $P \geq I_0 4\pi r^2$  amb  $r = 130 \text{ Km}$ , resultant  $P \geq 0.7 \cdot 10^{-6} 4\pi (130 \cdot 10^3)^2 = 148.7 \text{ KW}$ .
- T4)** Incidint el raig amb un angle  $\theta = 20^\circ$ , el raig refractat dins del prisma satisfà l'equació  $1 \sin \theta = n \sin \theta'$ , i per tant  $\sin \theta' = \sin(20^\circ)/1.105$  d'on treiem  $\theta' = 18^\circ 03'$ .



Aquest raig incideix sobre la cara inclinada del prisma i es refracta cap a l'aire un altre cop. De la geometria del dibuix veiem que l'angle d'incidència  $\beta$  a la segona superfície és  $\beta = \theta' + 45^\circ = 63^\circ 03'$ , i per tant  $n \sin \beta = 1 \sin \alpha$ , que ens proporciona  $\alpha = 80^\circ$ .

- T5)** La condició que cal satisfer per tal que de la interferència en resulti un màxim en el punt  $P$  es que la diferència de distàncies recorregudes per la radiació emesa pels focus  $f_1$  i  $f_2$  sigui igual a la longitud d'ona  $\lambda$ . D'altra banda,  $\lambda = v/f = 340/40000 = 0.0085 \text{ m} = 0.85 \text{ cm}$ , la distància que recorre la radiació del focus  $f_1$  fins arribar al punt  $P$  és  $h$ , i la que recorre la radiació provenent del focus  $f_2$  és  $\sqrt{h^2 + \Delta x^2}$ . Així doncs, la condició a satisfer es  $\sqrt{h^2 + \Delta x^2} - h = \lambda$ , d'on resulta  $\Delta x = \sqrt{\lambda^2 + 2\lambda h} = 3.30 \text{ cm}$ .
- T6)** Seguint el conveni de la mà dreta veiem que la configuració incorrecta és la c). També és pot comprovar aquest resultat recordant que la direcció de propagació de l'ona, coincident amb la direcció i sentit del vector velocitat, s'obté a partir dels vectors  $\vec{E}$  i  $\vec{B}$  segons la relació  $\frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{|\vec{E} \wedge \vec{B}|}$ .
- T7)** L'energia que transporta un fotó és  $\epsilon = hf$ , on  $h$  és la constant de Planck i  $f$  la seva freqüència. La quantitat total d'energia que transporta un feix de fotons de llum monocromàtica és igual al nombre de fotons  $N$  multiplicat per l'energia de cada fotó. L'energia que transporten per unitat de temps (=la potència), es igual al nombre de fotons emesos per unitat de temps  $\eta$ , multiplicat per l'energia de cada fotó. Així doncs,  $P = \eta hf$ . Com que els fotons es desplacen a la velocitat de la llum, resulta  $f = c/\lambda = 3 \cdot 10^8 / 520 \cdot 10^{-9} = 5.77 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . Així doncs, amb les dades donades obtenim  $\eta = P/(hf) = 7 \cdot 10^6 / (6.626 \cdot 10^{-34} 5.77 \cdot 10^{14}) = 1.8 \cdot 10^{25}$  fotons per segon.
- T8)** Quan el feix de llum surti del vidre l'angle que formarà amb la normal serà el mateix que l'angle incident amb la normal, i aquest angle és  $\alpha = 90 - 60 = 30^\circ$ .
- T9)** La major desviació respecte de la normal es dona en el medi B. Això significa que en aquest medi la velocitat de propagació és la major de tots tres. La longitud d'ona serà més gran en el medi on la velocitat és més gran ja que en la refracció la freqüència es manté constant i  $v = \lambda f$ , per tant ho serà en el medi B.
- T10)** Trobem que la longitud d'ona és  $\lambda = vT = 5 \text{ m}$ . Podem obtenir la diferència de fase com  $\Delta\phi = 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda} = 5\pi = 900^\circ$ . Ara bé, tenint en compte que  $900^\circ = 2.5 \times 360^\circ$ , el defasatge és equivalent a  $\Delta\phi = 900^\circ \equiv 900^\circ - 2 \times 360^\circ = 180^\circ$ .