

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ONES
18 de desembre del 2019

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.

($\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C V}^{-1} \text{ m}^{-1}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m/A}$, $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$)

T1) En una ona electromagnètica, quina combinació dels valors del camp elèctric \vec{E} , camp magnètic \vec{B} i velocitat de propagació és possible?

- a) $\vec{E}_0 = 10 \text{ V/m } \hat{i}$, $\vec{B}_0 = 3.3 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{k}$, sentit negatiu de l'eix x
- b) $\vec{E}_0 = 3 \text{ V/m } \hat{k}$, $\vec{B}_0 = 3.3 \times 10^{-8} \text{ T } -\hat{i}$, sentit negatiu de l'eix y
- c) $\vec{E}_0 = 3.3 \text{ V/m } \hat{j}$, $\vec{B}_0 = 1.1 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{k}$, sentit positiu de l'eix x
- d) $\vec{E}_0 = 10 \text{ V/m } \hat{k}$, $\vec{B}_0 = 3.3 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{j}$, sentit positiu de l'eix x

T2) Un feix de llum travessa 100 filtres polaritzadors, disposats de forma que l'angle entre eixos de polarització de filtres consecutius és el mateix. Els eixos del primer i de l'últim polaritzador són perpendiculars. Quina fracció, aproximadament, del nombre de fotons emergents del primer filtre no aconsegueixen superar la totalitat del conjunt de filtres?

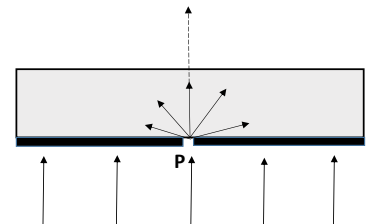
- a) 2.5 %
- b) 1.2 %
- c) 98.8 %
- d) 97.5 %

T3) A una distància de 300m de la torre de televisió de Collserola, la intensitat d'una transmissió és igual a 40 mW/m^2 . Disposem d'un aparell que pot rebre aquesta senyal a una distància màxima de 120km. Quan val la intensitat a aquesta distància?

- a) 6.4 mW/m^2
- b) 40 mW/m^2
- c) 0.1 mW/m^2
- d) $0.25 \mu\text{W/m}^2$

T4) Al dibuix s'indica el muntatge que es fa servir en el mètode de Pfund per mesurar l'índex de refracció. La cara inferior d'una làmina de material es pinta de blanc excepte un forat molt petit P per on es fa passar llum (indicada per les fletxes verticals). Aquesta s'escamparà en totes les direccions dins del material, com s'indica amb el ventall de fletxes que surten de P. Si mirem des de la part superior del material, veurem que els rajos únicament surten d'un cercle de radi r centrat en l'eix dibuixat a traços (perquè?). Quin és l'índex de refracció del material si tant el gruix de la làmina com el radi del cercle valen 1 cm?

- a) 2
- b) 1.41
- c) 1.33
- d) 1.5



- T5)** Una ona harmònica té una funció d'ones $f(z, t) = A \sin \left[\pi \left(\frac{z}{2} + \frac{t}{3} + \frac{1}{4} \right) \right]$, on z s'expressa en cm i t en s. Podem afirmar doncs que la diferència de fase:
- en un mateix instant de temps, entre dos punts separats 2 cm es de 90°
 - en un cert punt, en un interval de 2 s, és de 180°
 - en un cert punt, en un interval de 3 s, és de 360°
 - en un mateix instant de temps, entre dos punts separats 1 cm és de 90°
- T6)** Generem una ona harmònica en una corda fent moure un dels seus extrems d'acord amb la funció $y(t) = 4.0 \sin(2000t)$ m (on t es mesura en segons, i y indica l'elongació vertical). En un cert instant veiem que la forma de la corda és $f(x) = 4.0 \sin(5x)$ m (on x es mesura en metres). Quina és la velocitat de propagació de les ones?
- 400 m/s
 - 750 m/s
 - 200 m/s
 - 800 m/s
- T7)** Una estació de comunicacions emet ones esfèriques amb una potència $P = 1$ kW. Si disposem d'un detector de camps magnètics capaç de detectar camps d'amplitud mínima $B_0 = 0.5 \cdot 10^{-9}$ T, a quina distància màxima de l'estació podrem detectar aquests senyals? ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)
- $d = 109$ m.
 - $d = 3108$ m.
 - $d = 8921$ m.
 - $d = 1633$ m.
- T8)** En una cubeta amb aigua tenim dos actuadors mecànics que vibren en fase, amb la mateixa freqüència i amplitud. Si d_1 i d_2 són les distàncies de les fonts (actuadors) a un punt P, quina de les afirmacions següents és certa?
- Si $d_2 - d_1 = 0$ al punt P hi ha interferència destructiva.
 - Si $d_2 - d_1 = \lambda/2$ al punt P hi ha interferència constructiva.
 - Si $d_2 - d_1 = 2\lambda$ al punt P hi ha interferència destructiva.
 - Cap de les anteriors és certa.
- T9)** Una ona electromagnètica harmònica, plana i linealment polaritzada, de longitud d'ona 2 cm es propaga pel buit en el sentit positiu de l'eix de les Y. El camp elèctric té direcció paral·lela a l'eix de la Z i el seu valor màxim és 2 V/m. L'ona incideix sobre un polaritzador posat perpendicular a l'eix Y amb l'eix de polarització formant un angle de 45° amb l'eix Z. Quants fotons surten d'una superfície de 5 cm^2 del polaritzador, en un temps de 10 segons?
- $2.6 \cdot 10^{18}$
 - $0.9 \cdot 10^{18}$
 - $5.4 \cdot 10^{18}$
 - $1.3 \cdot 10^{18}$
- T10)** Una font emet llum de dues longituds d'ona: $\lambda_1 = 430$ nm i $\lambda_2 = 510$ nm. La llum emesa passa per una doble esclatxa amb les esclatxes situades verticalment i separades 0.025 mm. La pantalla vertical on observem la figura d'interferència es troba a 1.5 m de les esclatxes. A la dreta del màxim principal apareixen dos primers màxims secundaris, un per cada longitud d'ona. La distància que els separa és aproximadament:
- 0.48 cm
 - 0.096 m
 - 0.048 m
 - 0.96 cm

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ONES
18 de desembre del 2019

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.

$$(\varepsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C V}^{-1} \text{ m}^{-1}, \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m/A}, h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js})$$

- T1)** En una cubeta amb aigua tenim dos actuadors mecànics que vibren en fase, amb la mateixa freqüència i amplitud. Si d_1 i d_2 són les distàncies de les fonts (actuadors) a un punt P, quina de les afirmacions següents és certa?
- a) Si $d_2 - d_1 = \lambda/2$ al punt P hi ha interferència constructiva.
 - b) Si $d_2 - d_1 = 2\lambda$ al punt P hi ha interferència destructiva.
 - c) Si $d_2 - d_1 = 0$ al punt P hi ha interferència destructiva.
 - d) Cap de les anteriors és certa.
- T2)** Una ona harmònica té una funció d'ones $f(z, t) = A \sin \left[\pi \left(\frac{z}{2} + \frac{t}{3} + \frac{1}{4} \right) \right]$, on z s'expressa en cm i t en s. Podem afirmar doncs que la diferència de fase:
- a) en un mateix instant de temps, entre dos punts separats 2 cm és de 90°
 - b) en un cert punt, en un interval de 2 s, és de 180°
 - c) en un mateix instant de temps, entre dos punts separats 1 cm és de 90°
 - d) en un cert punt, en un interval de 3 s, és de 360°
- T3)** Una estació de comunicacions emet ones esfèriques amb una potència $P = 1$ kW. Si disposem d'un detector de camps magnètics capaç de detectar camps d'amplitud mínima $B_0 = 0.5 \cdot 10^{-9}$ T, a quina distància màxima de l'estació podrem detectar aquests senyals? ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)
- a) $d = 109$ m.
 - b) $d = 1633$ m.
 - c) $d = 8921$ m.
 - d) $d = 3108$ m.
- T4)** En una ona electromagnètica, quina combinació dels valors del camp elèctric \vec{E} , camp magnètic \vec{B} i velocitat de propagació és possible?
- a) $\vec{E}_0 = 3 \text{ V/m } \hat{k}$, $\vec{B}_0 = 3.3 \times 10^{-8} \text{ T } -\hat{i}$, sentit negatiu de l'eix y
 - b) $\vec{E}_0 = 10 \text{ V/m } \hat{i}$, $\vec{B}_0 = 3.3 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{k}$, sentit negatiu de l'eix x
 - c) $\vec{E}_0 = 3.3 \text{ V/m } \hat{j}$, $\vec{B}_0 = 1.1 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{k}$, sentit positiu de l'eix x
 - d) $\vec{E}_0 = 10 \text{ V/m } \hat{k}$, $\vec{B}_0 = 3.3 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{j}$, sentit positiu de l'eix x
- T5)** A una distància de 300m de la torre de televisió de Collserola, la intensitat d'una transmissió és igual a 40 mW/m^2 . Disposem d'un aparell que pot rebre aquesta senyal a una distància màxima de 120km. Quan val la intensitat a aquesta distància?
- a) 0.1 mW/m^2
 - b) 40 mW/m^2
 - c) $0.25 \mu\text{W/m}^2$
 - d) 6.4 mW/m^2

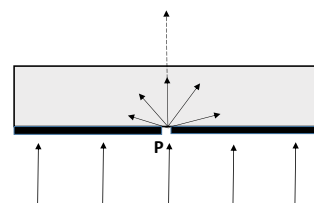
T6) Una ona electromagnètica harmònica, plana i linealment polaritzada, de longitud d'ona 2 cm es propaga pel buit en el sentit positiu de l'eix de les Y. El camp elèctric té direcció paral·lela a l'eix de la Z i el seu valor màxim és 2 V/m. L'ona incideix sobre un polaritzador posat perpendicular a l'eix Y amb l'eix de polarització formant un angle de 45° amb l'eix Z. Quants fotons surten d'una superfície de 5 cm^2 del polaritzador, en un temps de 10 segons?

- a) $0.9 \cdot 10^{18}$ b) $1.3 \cdot 10^{18}$ c) $2.6 \cdot 10^{18}$ d) $5.4 \cdot 10^{18}$

T7) Una font emet llum de dues longituds d'ona: $\lambda_1 = 430 \text{ nm}$ i $\lambda_2 = 510 \text{ nm}$. La llum emesa passa per una doble esclatxa amb les esclatxes situades verticalment i separades 0.025 mm. La pantalla vertical on observem la figura d'interferència es troba a 1.5 m de les esclatxes. A la dreta del màxim principal apareixen dos primers màxims secundaris, un per cada longitud d'ona. La distància que els separa és aproximadament:

- a) 0.96 cm b) 0.048 m c) 0.48 cm d) 0.096 m

T8) Al dibuix s'indica el muntatge que es fa servir en el mètode de Pfund per mesurar l'índex de refracció. La cara inferior d'una làmina de material es pinta de blanc excepte un forat molt petit P per on es fa passar llum (indicada per les fletxes verticals). Aquesta s'escamparà en totes les direccions dins del material, com s'indica amb el ventall de fletxes que surten de P. Si mirem des de la part superior del material, veurem que els rajos únicament surten d'un cercle de radi r centrat en l'eix dibuixat a traços (perquè?). Quin és l'índex de refracció del material si tant el gruix de la làmina com el radi del cercle valen 1 cm?



- a) 1.33 b) 1.5 c) 1.41 d) 2

T9) Un feix de llum travessa 100 filtres polaritzadors, disposats de forma que l'angle entre eixos de polarització de filtres consecutius és el mateix. Els eixos del primer i de l'últim polaritzador són perpendiculars. Quina fracció, aproximadament, del nombre de fotons emergents del primer filtre no aconsegueixen superar la totalitat del conjunt de filtres?

- a) 97.5 % b) 98.8 %
c) 2.5 % d) 1.2 %

T10) Generem una ona harmònica en una corda fent moure un dels seus extrems d'acord amb la funció $y(t) = 4.0 \sin(2000t) \text{ m}$ (on t es mesura en segons, i y indica l'elongació vertical). En un cert instant veiem que la forma de la corda és $f(x) = 4.0 \sin(5x) \text{ m}$ (on x es mesura en metres). Quina és la velocitat de propagació de les ones?

- a) 200 m/s b) 800 m/s c) 400 m/s d) 750 m/s

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** La combinació c) és la única que satisfà la relació entre vectors del camp elèctric \vec{E} , magnètic \vec{B} i la direcció de propagació \vec{v} és $\vec{E} = c[\vec{B} \times \vec{v}]$.
- T2)** L'angle entre eixos de polarització de filtres consecutius és $\alpha = 90/(N_{filtres} - 1) = 90/99 = 0.909$ on $N_{filtres} = 100$ es el nombre total de filtres. La fracció de la potència a la sortida respecte la potència emergent del primer filtre és $P_{out}/P_{in} = (\cos \alpha)^{2(N_{filtres}-1)} = (\cos 0.909)^{198} = 0.9754$. El nombre de fotons N és proporcional a la potència de la llum $N = Pt/h$. La fracció de fotons que passa el conjunt de filtres és $N_{out}/N_{in} = P_{out}/P_{in} = 0.9754$ i la que no passa és $1 - 0.9754 = 0.0246 = 2.5\%$.
- T3)** La densitat del flux de radiació és inversament proporcional al quadrat de la distància des de l'emissor. Per tant, la densitat de flux de radiació en la distància R és $I = I_0(R_0/R)^2 = 4 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2 (300\text{m}/120\,000\text{m})^2 = 0.25 \times 10^{-6} \text{ W/m}^2 = 0.25 \mu\text{W/m}^2$.
- T4)** Mentre que un raig vertical sortirà sense problemes, a mesura que el raig s'allunya de l'eix vertical ens aproparem a la situació de reflexió total interna quan el raig xoqui amb la cara superior de la làmina, i el raig ja no podrà escapar. Per simetria sol sortiran els que estiguin dins d'un con de llum, que delimitarà un cercle sobre la superfície superior de la làmina. Concretament, l'angle màxim del raig amb l'eix vertical (que serà també l'angle crític d'incidència θ_c) el trobarem quan es compleixi $n \cdot \sin \theta_c = 1$. Com tenim que a la vegada $\sin \theta_c = \frac{r}{\sqrt{r^2+g^2}}$ (on r indica el radi i g el gruix), substituint a la primera expressió obtenim $n \cdot \frac{r}{\sqrt{r^2+g^2}} = 1$, d'on deduïm $n = \frac{\sqrt{r^2+g^2}}{r} = 1.41$
- T5)** La diferència de fase en un mateix instant de temps és $\Delta\phi = 180(\Delta z/2)$, que no correspon a cap de les respostes proposades; entre dos punts separats 1 cm la diferència de fase és de 90.
- T6)** La funció del temps ens proporciona la pulsació, $\omega = 2000 \text{ rad/s}$. La funció de la posició ens dona el nombre d'ones, $k = 5 \text{ m}^{-1}$. Per tant la velocitat és $v = \omega/k = 400 \text{ m/s}$.

T7) Per una banda $P = I \cdot 4\pi r^2$, i també $I = c \cdot u = c \frac{B_0^2}{2\mu_0}$, de forma que $P = c \frac{B_0^2}{2\mu_0} 4\pi r^2 \Rightarrow r^2 = \frac{\mu_0 P}{c B_0^2 2\pi} \Rightarrow r = 1633 \text{ m}$

T8) Si $d_2 - d_1 = 0$ al punt P la interferència és constructiva. Si $d_2 - d_1 = \lambda/2$ és destructiva. Si $d_2 - d_1 = 2\lambda$ torna a ser constructiva; cap de les 3 primeres respostes és certa.

T9) La intensitat mitjana incident serà $I_{in} = \frac{c\epsilon_0 E_0^2}{2} = 5.31 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$. La intensitat de sortida valdrà $I_{out} = I_{in} \cos^2(45^\circ) = 5.31 \cdot 10^{-3} \cdot 0.5 = 2.66 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$. La potència total a través d'una superfície S val $P = I\Delta S$, i l'energia corresponent en un temps t val $E = P \cdot t = I \cdot S \cdot t$. Com cada fotó transporta una energia $E = h \cdot f$, tindrem $E = I \cdot S \cdot t = N \cdot h \cdot f$, de forma que el nombre de fotons serà $N = \frac{I \cdot S \cdot t}{h \cdot f} = 1.3 \cdot 10^{18}$ fotons.

T10) Tenim que per a cada longitud d'ona el primer màxim secundari es troba a una distància ΔX donada per $\frac{\lambda}{d} = \frac{\Delta X}{\sqrt{d^2 + \Delta X^2}}$. Aïllant trobem $\Delta X = \frac{D \lambda/d}{\sqrt{1 - (\lambda/d)^2}}$. La separació dels dos màxims secundaris serà doncs

$$\Delta X_2 - \Delta X_1 = \frac{D \lambda_2/d}{\sqrt{1 - (\lambda_2/d)^2}} - \frac{D \lambda_1/d}{\sqrt{1 - (\lambda_1/d)^2}} = 0.48 \text{ cm}$$