

T6) Un feix de llum incideix sobre la superfície del cristal·lí. L'angle d'incidència és de 40° i l'angle entre el raig reflectit i el refractat és de 110° . Quin és l'angle de refracció?

- a) 30° . b) 110° . c) 40° . d) 70° .

T7) L'experiment de la doble escletxa de Young fa servir un únic feix de llum que es divideix en dues fonts quan la llum travessa les escletxes. És possible obtenir el patró d'interferència utilitzant els dos fars d'un cotxe a gran distància d'aquest?

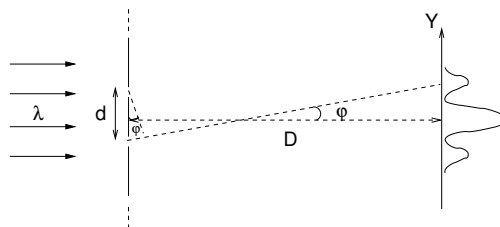
- a) sí, sempre.
b) no, perquè l'experiment de la doble escletxa només funciona amb ultrasons.
c) sí, quan la llum és generada per llums LED.
d) no, perquè la llum procedent de dues fonts independents no és coherent.

T8) Un raig de llum no polaritzada incideix sobre una sèrie de quatre polaritzadors lineals, tals que l'angle que formen els eixos de polarització de dos polaritzadors consecutius és sempre $\phi = 20^\circ$. Si la intensitat de llum que surt és 0.344 W/m^2 , quan val la intensitat incident?

- a) 1.2 W/m^2 . b) 0.5 W/m^2 . c) 1 W/m^2 . d) 50 mW/m^2 .

T9) Fem passar un feix de llum làser verd ($\lambda = 532 \text{ nm}$) a través d'una xarxa de difracció de 500 línies /mm. A una distància de $D = 10 \text{ cm}$ hi ha una pantalla on s'observa un patró d'interferència (vegeu la figura). Assumint que $D \gg d$ (d és la distància entre línies), és a dir que $\sin \varphi \sim \tan \varphi$, quina és la distància entre el màxim central i el primer màxim secundari?

- a) 2.7 cm.
b) 2.7 m.
c) 0.26 cm.
d) 13 cm.



T10) Un làser d'heli-neon de longitud d'ona 630 nm emet 1.4×10^{16} fotons per segon. Suposant que el front del raig de llum és una superfície circular de 3 mm de diàmetre, quina és la densitat d'energia del feix? ($h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ J/s}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- a) 2.4 pJ/m^3 . b) 0.2 GJ/m^3 . c) $2.1 \text{ } \mu\text{J/m}^3$. d) $0.5 \text{ } \mu\text{J/m}^3$.

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - ONES

Model B

15 de gener de 2018

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) Indica quina de les combinacions següents, corresponents a una ona electromagnètica linealment polaritzada, **no** és possible:

a) $\vec{E}_0 = -6 \text{ V/m } \hat{i}$, $\vec{B}_0 = 2 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{j}$, $\hat{u} = -\hat{k}$.

b) $\vec{E}_0 = -3 \text{ V/m } \hat{k}$, $\vec{B}_0 = 1 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{j}$, $\hat{u} = \hat{i}$.

c) $\vec{E}_0 = 10 \text{ V/m } \hat{j}$, $\vec{B}_0 = -3.3 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{i}$, $\hat{u} = \hat{k}$.

d) $\vec{E}_0 = 1 \text{ V/m } \hat{j}$, $\vec{B}_0 = 3.3 \times 10^{-9} \text{ T } \hat{k}$, $\hat{u} = -\hat{i}$.

T2) Un satèl·lit geoestacionari emet un senyal electromagnètic uniforme en totes les direccions de l'espai que arriba a la superfície de la Terra al cap de $\Delta t = 119 \text{ ms}$. Sabent que el camp magnètic màxim del pols és de 0.1 pT , la potència mitjana del senyal és de ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$):

a) 1.6 MW.

b) 3.2 GW.

c) 19.1 kW.

d) 160 kW.

T3) El forn de microones funciona a una freqüència $f_{\text{micro}} = 2450 \text{ MHz}$. Mentre que és possible veure la part interior del forn quan es cuinen els aliments, la radiació es bloqueja efectivament per la pantalla de metall de la porta. Quina relació hi ha entre el diàmetre ($d = 1 \text{ mm}$) d'un forat de la porta, la longitud d'ona de la radiació de microones λ_{micro} i la longitud d'ona de la llum visible (la freqüència típica de la llum visible es pot aproximar per la freqüència de la llum verda, $f_{\text{vis}} = 5.6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$)?

a) $\lambda_{\text{micro}} > d > \lambda_{\text{vis}}$.

b) $\lambda_{\text{micro}} < d < \lambda_{\text{vis}}$.

c) $d < \lambda_{\text{micro}} < \lambda_{\text{vis}}$.

d) $\lambda_{\text{micro}} > \lambda_{\text{vis}} > d$.

T4) Un feix de llum incideix sobre la superfície del cristal·lí. L'angle d'incidència és de 40° i l'angle entre el raig reflectit i el refractat és de 110° . Quin és l'angle de refracció?

a) 110° .

b) 40° .

c) 30° .

d) 70° .

T5) Una ona harmònica transversal que es propaga per una corda de violí es representa per la funció d'ona $y(x, t) = 17 \sin(0.1\pi x - 20\pi t) \text{ mm}$, on el temps ve donat en segons. Quina és la velocitat transversal màxima d'un punt de la corda?

a) 1.07 m/s.

b) 1068 m/s.

c) 10.7 m/s.

d) 5.34 m/s.

T6) Un raig de llum no polaritzada incideix sobre una sèrie de quatre polaritzadors lineals, tals que l'angle que formen els eixos de polarització de dos polaritzadors consecutius és sempre $\phi = 20^\circ$. Si la intensitat de llum que surt és 0.344 W/m^2 , quan val la intensitat incident?

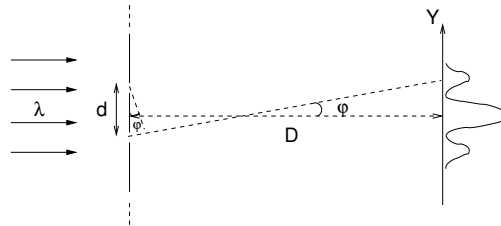
- a) 1 W/m^2 . b) 1.2 W/m^2 . c) 0.5 W/m^2 . d) 50 mW/m^2 .

T7) Un làser d'heli-neon de longitud d'ona 630 nm emet 1.4×10^{16} fotons per segon. Suposant que el front del raig de llum és una superfície circular de 3 mm de diàmetre, quina és la densitat d'energia del feix? ($h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ J/s}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- a) $0.5 \mu\text{J/m}^3$. b) $2.1 \mu\text{J/m}^3$. c) 0.2 GJ/m^3 . d) 2.4 pJ/m^3 .

T8) Fem passar un feix de llum làser verd ($\lambda = 532 \text{ nm}$) a través d'una xarxa de difracció de 500 línies /mm. A una distància de $D = 10 \text{ cm}$ hi ha una pantalla on s'observa un patró d'interferència (vegeu la figura). Assumint que $D \gg d$ (d és la distància entre línies), és a dir que $\sin \varphi \sim \tan \varphi$, quina és la distància entre el màxim central i el primer màxim secundari?

- a) 2.7 m .
b) 0.26 cm .
c) 13 cm .
d) 2.7 cm .



T9) L'experiment de la doble escletxa de Young fa servir un únic feix de llum que es divideix en dues fonts quan la llum travessa les escletxes. És possible obtenir el patró d'interferència utilitzant els dos fars d'un cotxe a gran distància d'aquest?

- a) no, perquè l'experiment de la doble escletxa només funciona amb ultrasons.
b) sí, sempre.
c) no, perquè la llum procedent de dues fonts independents no és coherent.
d) sí, quan la llum és generada per llums LED.

T10) Sabent que el camp magnètic associat a una ona electromagnètica plana, harmònica i linealment polaritzada és de la forma $\vec{B}(x, t) = B_0 \hat{k} \cos(kx + \omega t)$, determineu quina de les següents afirmacions és correcta:

- a) $\vec{E}(x, t) = -E_0 \hat{j} \cos(kx + \omega t)$.
b) $\vec{E}(x, t) = -E_0 \hat{j} \sin(kx + \omega t - \pi)$.
c) $\vec{E}(x, t) = E_0 \hat{j} \sin(kx + \omega t - \pi)$.
d) $\vec{E}(x, t) = E_0 \hat{j} \cos(kx + \omega t)$.

Respostes correctes

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

Resolució del Model A

- T1)** La velocitat de la corda vindrà donada per $\dot{y}(x, t) = -340\pi \cos(0.1\pi x - 20\pi t)$ mm/s. Així, el valor màxim és $1068 \text{ mm/s} = 1.07 \text{ m/s}$.
- 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 (sentit -X). Tot plegat només succeeix quan $\vec{E}(x, t) = -E_0 \hat{j} \cos(kx + \omega t)$.
- T3)** La relació entre vectors del camp elèctric \vec{E} , magnètic \vec{B} i la direcció de propagació \vec{u} és $\vec{E} = c[\vec{B} \times \vec{u}]$. El cas en el qual el camp elèctric està en direcció \hat{j} , el camp magnètic en direcció \hat{k} i $\hat{u} = -\hat{i}$ no és possible.
- T4)** La relació que hi ha entre el camp magnètic B_0 i la intensitat (mitjana) I és: $B_0^2 = \frac{2\mu_0 I}{c}$, mentre que intensitat, distància d i potència (mitjana) P és relacionen per: $I = \frac{P}{4\pi d^2}$. Com que la distància és: $d = c \Delta t$, tenim que: $P = \frac{4\pi c^3 B_0^2 (\Delta t)^2}{2\mu_0} = 19.1 \text{ kW}$.
- T5)** La longitud d'ona λ de la radiació electromagnètica està relacionada amb la freqüència f com $\lambda = c/f$. La longitud d'ona de microones és $\lambda_{\text{micro}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} / 2450 \cdot 10^6 \text{ Hz} = 122 \text{ mm}$, i de la llum visible és $\lambda_{\text{vis}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} / 5.6 \cdot 10^{14} \text{ Hz} = 536 \text{ nm} = 0.000536 \text{ mm}$. Efectivament, es compleix la condició $\lambda_{\text{micro}} > d > \lambda_{\text{vis}}$ i la llum visible pot passar pels forats de la porta, mentre que la porta de metall bloqueja la radiació de microones.
- T6)** L'angle de reflexió és igual a l'angle d'incidència de 40° . La suma dels tres angles
 (1) angle de reflexió de 40°
 (2) angle entre els raigs reflectits i refractat de 110°
 (3) i l'angle de refracció desconegut
 és igual a 180° . L'angle de refracció és $180^\circ - 110^\circ - 40^\circ = 30^\circ$.
- T7)** La interferència només s'observa quan la llum de les esclatxes és coherent i la llum procedent de dues fonts independents, com la dels fars del cotxe, no és coherent.

- T8)** Si I_0 és la intensitat incident, després de travessar el primer polaritzador ens queda una intensitat $I_1 = \frac{I_0}{2}$, degut a la no-polarització de la llum incident. Un cop travessat el segon polaritzador, que forma un angle ϕ amb el primer, la intensitat sortint és $I_2 = I_1 \cos^2 \phi$ (lleï de Malus). Pel mateix motiu, un cop travessats el tercer i el quart tindrem que $I_4 = I_1 (\cos^2 \phi)^3$, per la qual cosa: $I_0 = \frac{2I_4}{\cos^6 \phi} = 1 \text{ W/m}^2$.
- T9)** Si tenim en compte que la condició de màxim d'interferència es produeix quan la diferència de camins entre els raigs de llum és múltiple de λ , tenim que: $d \sin \varphi = \lambda$. D'altra banda, l'aproximació de $D \gg d$ ens permet escriure: $\sin \varphi \sim \tan \varphi = \frac{\Delta y}{D}$. En definitiva, tenim que $\Delta y \equiv y_1 - y_0 = \frac{\lambda D}{d}$. Com que el màxim central és a y_0 , tenim que la posició del primer màxim secundari és: $y_1 = 2.7 \text{ cm}$.
- T10)** La potència del làser es pot calcular com l'energia del feix per unitat de temps o, el que és el mateix, com $P = N_{\text{fotons}}/s \times E_{\text{fotó}}$. Com que l'energia d'un fotó és $E_{\text{fotó}} = hc/\lambda$, tenim que $P = 4.4 \text{ mW}$. La densitat d'energia s'obté de $\eta = \frac{I}{c} = \frac{P}{Sc} = 2.1 \mu\text{J/m}^3$, on $S = \pi(\frac{D}{2})^2$.