

Proves d'accés a la universitat

Física

Sèrie 1

Qualificació			TR
Problemes	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
Suma de notes parcials			
Qualificació final			

Etiqueta de l'alumne/a

Ubicació del tribunal

Número del tribunal

Etiqueta de qualificació

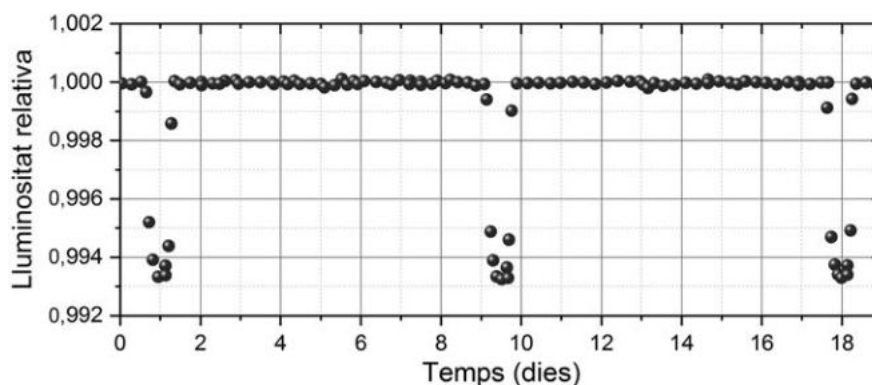
Etiqueta del corrector/a

Responen a QUATRE dels vuit problemes següents. En el cas que respongueu a més problemes, només es valoraran els quatre primers.

Cada problema val 2,5 punts.

P1) Un dels mètodes emprats per a detectar exoplanetes (planetes extrasolars) és l'observació del *trànsit planetari*, un fenomen astronòmic que s'esdevé quan un planeta passa per davant de l'estel al voltant del qual orbita i que es percep des de la Terra per la disminució de la llum de l'estel.

El gràfic següent mostra la variació de lluminositat provocada pel trànsit d'un planeta que descriu una òrbita circular al voltant d'un estel. Aquest estel té una massa pràcticament idèntica a la massa del Sol. Considereu que la constant de Kepler d'aquest sistema és igual a la del Sistema Solar.



a) Calculeu el període i el radi de l'òrbita.

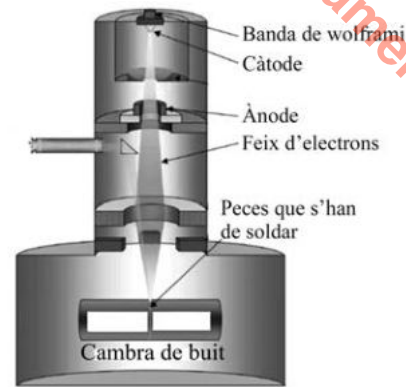
[1,25 punts]

b) Determineu el mòdul de la velocitat i l'acceleració centrípeta del planeta.

[1,25 punts]

DADA: Radi orbital mitjà de la Terra = 1,00 ua = $1,50 \times 10^{11}$ m.

P2) Per a aconseguir soldadures profundes, en la indústria aeroespacial s'utilitza la tècnica de feixos d'electrons d'alta densitat energètica. Aquesta tècnica consisteix a bombardejar amb electrons d'alta energia les peces que s'han de soldar dins d'una cambra de buit. El feix d'electrons es genera escalfant a alta temperatura una banda de wolframi. Posteriorment, el feix s'accelera sota l'acció d'un camp elèctric uniforme que es crea aplicant una diferència de potencial de 15 kV entre l'ànode i el càtode.



- a)** Si la separació entre el càtode i l'ànode és d'1,50 cm, determineu el mòdul del camp elèctric que es crea entre l'un i l'altre. Feu un esquema que indiqui la trajectòria dels electrons i la direcció i el sentit del camp elèctric. Quina placa es troba a un potencial més alt, l'ànode o el càtode? Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]
- b)** Considerant que un electró està situat al càtode i parteix del repòs, determineu l'energia i el mòdul de la velocitat de l'electró quan surt de l'ànode. Si la peça que s'ha de soldar es troba al mateix potencial que l'ànode, a quina velocitat impacta l'electró contra aquesta peça?
[1,25 punts]

DADES: $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.
 $|e| = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$.

FONT: <http://ss.whiteclouds.com/3dpedia-index/electron-beam-melting-ebm>.

P3) La corda d'un violí fa 32 cm de llarg i vibra amb una freqüència fonamental de 196 Hz.

a) Quina és la longitud d'ona del primer harmònic (fonamental)? Justifiqueu la resposta. Representeu el segon harmònic i indiqueu-hi la posició dels nodes i els ventres.

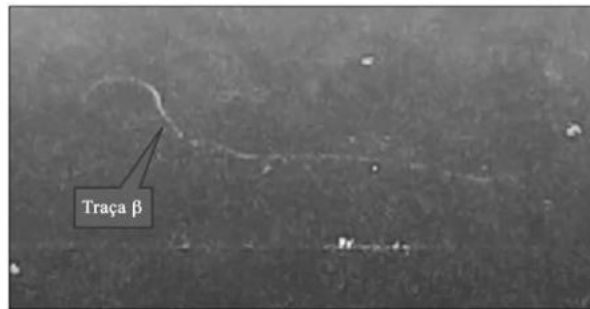
[1,25 punts]

b) Quina és la freqüència i la longitud d'ona del so que és produït pel primer harmònic del violí i que es propaga per l'aire?

[1,25 punts]

DADA: La velocitat del so en l'aire és de 340 m s^{-1} .

- P4) Si fem servir una cambra de boira, podem identificar diferents partícules qualitativament en funció de les traces que s'observen. En la fotografia adjunta veiem una traça fina i erràtica que es corba menys que els fotoelectrons, la qual cosa indica que es tracta d'un electró generat en una desintegració β . Els neutrons lliures són inestables i es descomponen emetent radiació ${}^0_{-1}\beta$.



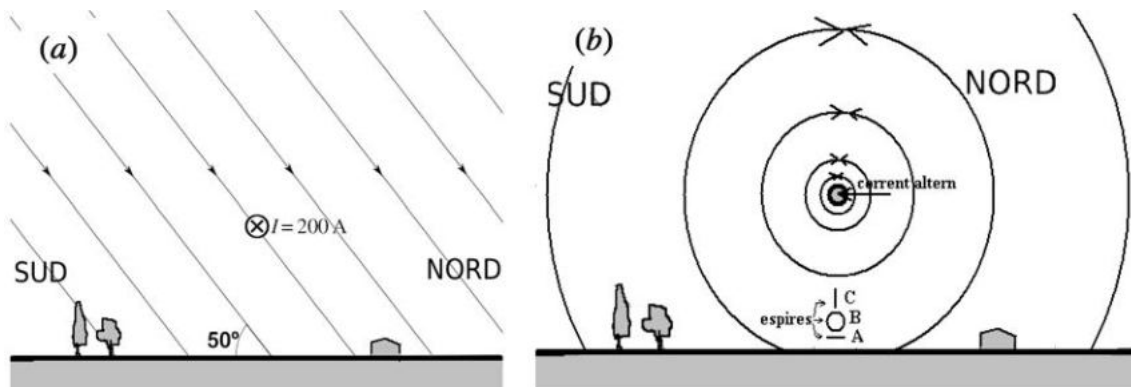
FONT: <http://physicsopenlab.org/2017/05/18/particles-in-the-mist>.

- a) Escriviu la reacció de desintegració d'un neutró identificant cadascuna de les partícules implicades.
[1,25 punts]
- b) Calculeu l'energia que es desprèn en la desintegració d'un neutró i expresseu-ne el resultat en keV.
[1,25 punts]

DADES: $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$.
 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.
 $1 \text{ u} = 1,660 54 \times 10^{-27} \text{ kg}$.
Masses (en u):

<i>Neutró</i>	<i>Protó</i>	<i>Electró</i>	<i>Antineutrí</i>
1,008 665	1,007 276	$5,485 8 \times 10^{-4}$	≈ 0

- P5)** Ens trobem en un indret en què el camp magnètic terrestre té una magnitud de $35\ \mu\text{T}$ i apunta cap al nord, però està inclinat 50° (cap avall) respecte a l'horitzontal (figura *a*). Per un cable d'una línia d'alta tensió situada en aquest indret hi circula un corrent de $200\ \text{A}$ d'intensitat. Aquest corrent circula d'est a oest (cap endins a la figura *a*, $\otimes$).



- a)* Calculeu la força magnètica que actua sobre un tram de 100 metres del cable deguda al camp magnètic terrestre. Després, determineu-ne el mòdul i representeu-ne esquemàticament la direcció i el sentit. Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]
- b)* El corrent que circula pel cable d'alta tensió és un corrent altern i genera un camp magnètic que contínuament canvia de sentit (vegeu la figura *b*). A sota del cable s'han situat tres espines conductores: una (A) és paral·lela a la superfície horitzontal del terreny, una altra (B) és paral·lela al pla del dibuix, i la tercera (C) està situada en el pla vertical que conté la direcció est-oest. En quina o quines de les espines el camp magnètic variable produït per la línia d'alta tensió induirà un corrent elèctric? Justifiqueu la resposta especificant les lleis o els principis físics en què us heu basat.
[1,25 punts]

NOTA: Considereu que el camp magnètic és uniforme en la regió on es troben les espines.

P6) Un violinista interpreta un solo durant un concert. De cop i volta, quatre violins més l'acompanyen, tocant amb la mateixa intensitat que el primer.

a) Quants decibels ha augmentat el nivell d'intensitat del so?

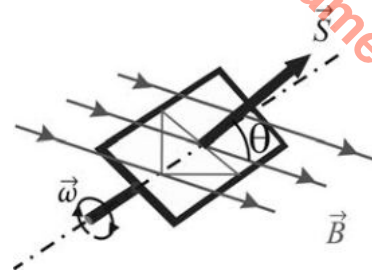
[1,25 punts]

b) Ara els cinc violins passen de *mezzo piano* a *forte* i mesurem un nivell d'intensitat del so de 76,98 dB. Suposant que tots els violins toquen amb la mateixa intensitat, quina és la intensitat I amb la qual toca un sol violí?

[1,25 punts]

DADA: $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$.

P7) Un alternador consisteix en una bobina de 100 espires rectangulars. Les dimensions dels costats llarg i curt de la bobina són 2,0 cm i 1,6 cm, respectivament. La bobina gira amb una freqüència de 60 voltes per segon dins d'un camp magnètic uniforme de magnitud $B = 0,1$ T. L'orientació relativa entre el camp magnètic i la bobina ve donada per l'angle θ que formen el camp magnètic i el vector $\vec{S}$ perpendicular al pla que conté la bobina.



- a)** Determineu el valor del flux del camp magnètic a través d'una espira de la bobina quan el camp magnètic és perpendicular a la superfície de l'espira (angle $\theta = 0$ rad) i per a una orientació qualsevol (indiqueu el resultat en funció de l'angle θ).

[1,25 punts]

- b)** A partir del flux del camp magnètic a través de la bobina, determineu l'evolució de la força electromotriu en funció del temps, suposant que inicialment l'angle θ és igual a 0 rad. Calculeu el valor màxim de la força electromotriu induïda en la bobina.

[1,25 punts]

P8) En un experiment fotoelèctric, il·luminem una superfície metàl·lica amb una llum verda que té una longitud d'ona de 546,1 nm. Observem que el potencial de frenada és de 0,376 V (tensió per la qual desapareix el corrent).

a) Determineu la funció de treball (treball d'extracció) d'aquesta superfície metàl·lica. Calculeu el llindar de freqüència per a l'extracció de fotoelectrons d'aquest metall.

[1,25 punts]

b) Si il·luminem la superfície anterior amb una llum groga de 587,5 nm, determineu l'energia dels fotons incidents. Calculeu el potencial de frenada amb aquesta nova font de llum.

[1,25 punts]

DADES: $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

$|e| = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$.

$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$.

$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.

--	--

--	--

Etiqueta de l'alumne/a



Institut
d'Estudis
Catalans



SÈRIE 1

Criteris generals d'avaluació i qualificació

1. Les respostes s'han d'ajustar a l'enunciat de la pregunta. Es valorarà sobretot que l'alumnat mostri que té clars els conceptes de caràcter físic sobre els quals tracta cada pregunta.
2. Es tindrà en compte la claredat en l'exposició dels conceptes, dels processos, dels passos a seguir, de les hipòtesis, l'ordre lògic, l'ús correcte dels termes científics i la contextualització segons l'enunciat.
3. En les respostes cal que l'alumnat mostri una adequada capacitat de comprensió de les qüestions plantejades i organitzi de forma lògica la resposta, tot analitzant i utilitzant les variables en joc. També es valorarà el grau de pertinença de la resposta, el que l'alumnat diu i les mancances manifestes sobre el tema en qüestió.
4. Totes les respostes s'han de raonar i justificar. Un resultat erroni amb un raonament correcte es valorarà. Una resposta correcta sense raonament ni justificació pot ser valorada amb un 0, si el corrector no és capaç de veure d'on ha sortit el resultat.
5. Tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades en el mateix problema. Si un apartat necessita un resultat anterior, i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del seu valor numèric, i tenir en compte el procediment de resolució.
6. Si la resolució presentada a l'examen és diferent però correcta i està d'acord amb els requeriments de l'enunciat, s'ha d'avaluar positivament encara que no coincideixi amb la resolució donada a la pauta de correcció.
7. Un o més errors en les unitats d'un apartat restarà 0,25 punts en la qualificació d'aquest l'apartat. Es consideren errors d'unitats: ometre les unitats en els resultats (finals o intermedis), utilitzar unitats incorrectes per una magnitud (tant en els resultats com en els valors intermedis) o operar amb magnituds d'unitats incompatibles (excepte en el cas d'un quocient on numerador i denominador tenen les mateixes unitats). Exemple: si l'apartat (a) val 1,25 punts i només s'ha equivocat en les unitats l'hauré de puntuar amb 1 punt.
8. Un o més errors de càlcul en un apartat restarà 0,25 punts en la qualificació d'aquest apartat. Exemple: si l'apartat (a) val 1,25 punts i només s'ha equivocat en les càlculs l'hauré de puntuar amb 1 punt.
9. Cal resoldre els exercicis fins al resultat final i no es poden deixar indicades les operacions.



10. Cal fer la substitució numèrica en les expressions que s'utilitzen per resoldre les preguntes.
11. Un resultat amb un nombre molt elevat de xifres significatives (6 xifres significatives) es penalitzarà amb 0,1p.

P1)

a)

0,25 p A partir del gràfic $2T = 17$ dies $\Rightarrow T = 8,5$ dies $= 7,34 \times 10^5$ s.

De la tercera llei de Kepler i tenint en compte que la constant de Kepler és igual a la del nostre sistema solar:

0,7 p

$$\frac{r_{orb\ terra}^3}{T_{terra}^2} = \frac{r_{orb\ planeta}^3}{T_{planeta}^2} \Rightarrow r_{orb\ planeta} = r_{orb\ terra} \left(\frac{T_{planeta}}{T_{terra}} \right)^{\frac{2}{3}} = 1,22 \times 10^{10} \text{ m} = 8,15 \times 10^{-2} \text{ ua}$$

0,3 p

Cal tenir present que aquest no és l'únic plantejament correcte; per exemple, també es pot resoldre a partir de la segona llei de Newton i la llei de la gravitació universal de Newton.

b)

0,45 p $v_{planeta} = \frac{2\pi r_{orb\ planeta}}{T} = 1,05 \times 10^5 \text{ m/s}$ **0,2 p**

0,4 p $a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{(1,05 \times 10^5)^2}{1,22 \times 10^{10}} = 0,895 \text{ m/s}^2$ **0,2 p**

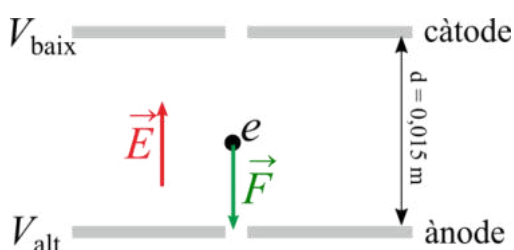


P2)

a)

0,25 p $|\vec{E}| = \frac{\Delta V}{d} = \frac{15000}{0,015} = 10^6 \text{ V/m}$

0,5 p Per moure els electrons cap a la peça a soldar, la força ha d'anar dirigida del càtode a l'ànode, i com que els electrons tenen càrrega negativa el camp elèctric té el sentit oposat de la força:



0,5 p El potencial alt correspon a l'ànode.

Justificació: el camp elèctric sempre apunta en la direcció que disminueix el potencial.

Alternativament, atès que les partícules han d'accelerar-se sota l'acció del camp, llavors el treball fet pel camp elèctric ha de ser positiu:

$$W_{Camp} = -q\Delta V = |e|\Delta V = |e|(V_{ànode} - V_{càtode}) > 0 \Rightarrow V_{ànode} > V_{càtode}$$

b)

0,4 p $\Delta E_C = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = W_{Camp} = -q\Delta V = |e|\Delta V = 2,403 \times 10^{-15} \text{ J}$

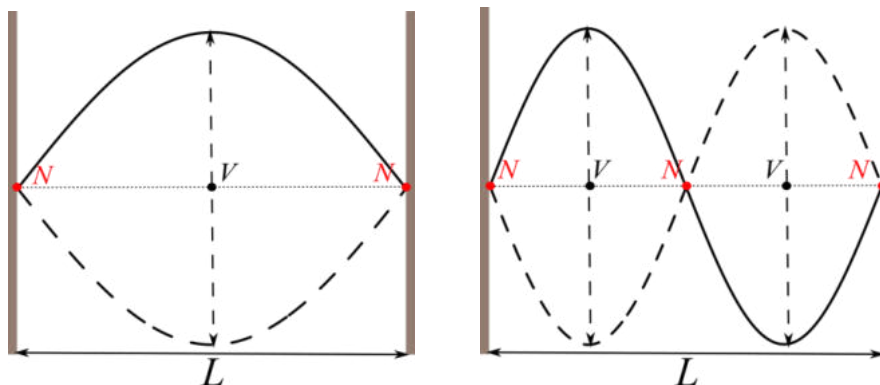
0,4 p $v = \sqrt{\frac{2W_{Camp}}{m}} = 7,26 \times 10^7 \text{ m/s}$

0,45 p $v = 7,26 \times 10^7 \text{ m/s}$. Atès que la diferència de potencial és zero entre la peça i l'ànode, el camp elèctric no fa cap treball o també es pot afirmar que el camp elèctric en aquesta regió és zero i, per tant, l'electró es mou a velocitat constant.



P3)

a)



0,6 p La longitud d'ona de l'harmònic fonamental és el doble de la longitud de la cavitat. Dins de la cavitat tenim mitja longitud d'ona (vegeu figura).

$$\lambda = 2L = 64 \text{ cm} = 0,64 \text{ m}$$

L'harmònic fonamental té dos nodes (extrems) i un ventre (al centre).

0,65 p En el cas del segon harmònic tenim tres nodes i dos ventres:

b)

0,65 p La freqüència no canvia encara que canviem de medi de transmissió $f = 196 \text{ Hz}$

0,6 p $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{196} = 1,73 \text{ m}$



P4)

a)

0,25 p Partícules: un neutró es desintegra per donar lloc a un protó, un electró i un antineutrí.

1 p ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e + {}^0_0\bar{\nu}_e$

En aquest apartat es penalitzarà amb 0,5 p l'omissió de l'antineutrí.

Alternativament es pot escriure ${}^0_{-1}\beta$ en lloc de ${}^0_{-1}e$.

b)

Disminució de la massa:

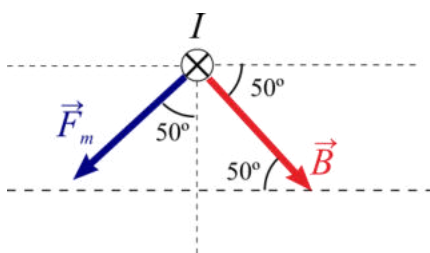
0,6 p $\Delta m = m({}^1_0n) - [m({}^1_1p) + m({}^0_{-1}e)] = 8,404 \times 10^{-4} \text{ u} = 1,40 \times 10^{-30} \text{ kg}$

0,4 p $E = \Delta mc^2 = 1,40 \times 10^{-30} \times (3,00 \times 10^8)^2 = 1,26 \times 10^{-13} \text{ J}$

0,25 p $E = 1,26 \times 10^{-13} \text{ J} = 7,84 \times 10^5 \text{ eV} = 784 \text{ keV}$

P5)

a)



0,5 p $\vec{F} = I (\vec{L} \times \vec{B}) \Rightarrow |\vec{F}| = I \cdot L \cdot |B| \sin(90^\circ) = 200 \cdot 100 \cdot 35 \times 10^{-6} = 0,70 \text{ N}$

0,75 p La força és perpendicular al camp i al cable, es troba en el pla de la figura formant un angle de 50° respecte la vertical i sentit cap avall. Per justificar el resultat es pot fer el producte vectorial a partir de les components o bé es pot argumentar que s'ha emprat la regla de la mà dreta.



b)

0,4 p En les espires A i B el camp magnètic és tangent a la superfície (l'angle entre $\vec{B}$ i $\vec{S}$ és 90° o 270°), de manera que el flux és zero: $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos(90^\circ) = 0 \text{ Wb}$

Com que el flux és nul, llavors no hi haurà cap corrent induït.

0,4 p A l'espira C el camp magnètic és perpendicular a la superfície (angle entre $\vec{B}$ i $\vec{S}$ de 0° o 180°), per tant, el flux no és nul:

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos(0^\circ) = B \cdot S$$

0,1 p El camp magnètic generat pel fil és proporcional a la intensitat de corrent, per tant, com que el corrent oscil·la de forma periòdica, $I = I_{\text{màx}} \cdot \cos(\omega t)$, llavors el camp magnètic i el flux també oscil·laran de forma periòdica:

$$\phi = \phi_{\text{màx}} \cdot \cos(\omega t)$$

0,2 p Segons la llei de Faraday, si el flux que travessa l'espira varia en el temps, llavors s'induirà una força electromotriu:

$$\varepsilon = - \frac{d\phi}{dt} = \varepsilon_{\text{màx}} \cdot \sin(\omega t)$$

0,15 p I finalment, segons la llei d'Ohm, si apareix una fem induïda, llavors es genera un corrent elèctric induït

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = I_{\text{màx}} \cdot \sin(\omega t)$$

No cal que en la resposta es donin les expressions del flux, la fem i el corrent en funció del temps, ni que es mostri que el corrent generat és un corrent altern. El que és rellevant és que s'identifiqui el mecanisme responsable, que s'indiqui que com que el camp elèctric varia en el temps, llavors, segons la llei de Faraday, s'induirà una fem, i, finalment, que segons la llei d'Ohm, això resultarà en el fet que circularà un corrent elèctric a través de l'espira.



P6)

a)

0,3 p $\beta_i = 10 \log \frac{I}{I_0}$

0,4 p $\beta_f = 10 \log \frac{5I}{I_0}$

0,4 p $\Delta\beta = 10 \left(\log \frac{5I}{I_0} - \log \frac{I}{I_0} \right) = 10(\log 5) = 6,99 \text{ dB}$ **0,15 p**

b)

1 p $76,98 = 10 \log \frac{5I}{I_0} \Rightarrow I = \frac{10^{-12}}{5} 10^{7,698} = 9,98 \times 10^{-6} \text{ W/m}^2$ **0,25 p**

P7)

a)

0,6 p $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos(0) = 0,1 \cdot 0,02 \cdot 0,016 \cdot 1 = 3,20 \times 10^{-5} \text{ Wb}$

0,65 p $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos(\theta) = 0,1 \cdot 0,02 \cdot 0,016 \cdot \cos(\theta) = 3,20 \times 10^{-5} \cos(\theta) \text{ Wb}$

b)

0,2 p L'angle en funció del temps en segons: $\theta = \omega t = 60 \frac{\text{voltes}}{\text{s}} \frac{2\pi}{1 \text{ volta}} t = 120\pi t \text{ rad}$

0,3 p Tenint en compte les condicions inicials, el flux total a través de la bobina és:

$$\phi = N \cdot \vec{B} \cdot \vec{S} = 100 \cdot 3,20 \times 10^{-5} \cos(120\pi t) = 3,20 \times 10^{-3} \cos(120\pi t) \text{ Wb}$$

0,5 p I a partir de la llei de Faraday, la fem induïda és:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt} [3,20 \times 10^{-3} \cos(120\pi t)] = 120\pi \cdot 3,20 \times 10^{-3} \sin(120\pi t)$$

I la força electromotriu s'expressa com:

$$\varepsilon = 1,21 \sin(120\pi t) \text{ V (t en s)}$$

0,25 p Atès que $\varepsilon = \varepsilon_{m\grave{a}x} \cdot \sin(\omega t)$, llavors la força electromotriu màxima és:

$$\varepsilon_{m\grave{a}x} = 1,21 \text{ V}$$



P8)

a)

Si per frenar-los calen 0,376 V, l'energia cinètica màxima serà 0,376 eV i del balanç d'energia:

0,2 p $E_{C,màx} = 0,376 \text{ eV} = 6,02 \times 10^{-20} \text{ J}$

0,2 p $E_{fotons} = hf = h \frac{c}{\lambda} = 3,64 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,27 \text{ eV}$

Balanç energètic

0,4 p $E_{fotons} = W_e + E_{C,màx}$

0,2 p $W_e = E_{fotons} - E_{C,màx} = 3,04 \times 10^{-19} \text{ J} = 1,90 \text{ eV}$

0,25 p I la freqüència llindar correspon a la dels fotons que tenen una energia W_e :

$$f = \frac{W_e}{h} = \frac{3,04 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = 4,58 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

b)

0,3 p $E_{fotons} = hf = h \frac{c}{\lambda} = 3,38 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,11 \text{ eV}$

0,6 p $E_{C,màx} = E_{fotons} - W_e = 3,38 \times 10^{-19} - 3,04 \times 10^{-19} = 3,46 \times 10^{-20} \text{ J} = 0,216 \text{ eV}$

0,35 p $V_{frenada} = \frac{E_{C,màx}}{|e|} = \frac{3,46 \times 10^{-20}}{1,602 \times 10^{-19}} = 0,216 \text{ V}$