

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 demostrï 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)

0,1 p.

a)

El període en unitats del SI s'expressa així:

$$T = 7 \text{ h} \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} + 39 \text{ min} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} + 14 \text{ s} = 27554 \text{ s}$$

La velocitat angular orbital de Fobos és:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{27554} = 2,28 \times 10^{-4} \text{ rad/s}$$

0,2 p.

Segons la llei de la gravitació universal, el mòdul de la força sobre Fobos degut a l'atracció de Mart és:

$$F = G \frac{M_F M_M}{r^2}$$

0,1 p.

I la segona llei de Newton estableix que: $\vec{F} = m\vec{a}$

0,2 p.

D'altra banda, considerant que Fobos descriu un moviment circular uniforme al voltant de Mart, la seva acceleració centrípeta és: $a = \omega^2 r$

0,2 p.

Com que sobre Fobos només actua la força de la gravetat:

$$G \frac{M_F M_M}{r^2} = M_F \omega^2 r \Rightarrow M_M = \frac{\omega^2 r^3}{G} = \frac{(2,28 \times 10^{-4})^2 (9,377 \times 10^6)^3}{6,67 \times 10^{-11}} = 6,43 \times 10^{23} \text{ kg}$$

0,2 p.

Segons la llei de gravitació universal, el mòdul de la força sobre un objecte de massa m a la superfície de Mart s'expressa així:

$$F = G \frac{m M_M}{R_M^2}$$

0,1 p.

I el mòdul de la força que experimenta un objecte de massa m sota l'acció d'un camp gravitatori d'intensitat g és:

$$F = mg$$



Igualant les dues expressions i dividint els dos costats per m obtenim:

$$g = G \frac{M_M}{R_M^2}$$

0,15 p.

Per tant, obtenim:

$$g = G \frac{M_M}{R_M^2} = 6,67 \times 10^{-11} \frac{6,43 \times 10^{23}}{(3,390 \times 10^6)^2} = 3,73 \text{ m/s}^2$$

A l'enunciat no es demana deduir l'expressió anterior; per tant, també es considerarà correcte que l'estudiant introdueixi directament l'expressió $g = G \frac{M_M}{R_M^2}$.

b)

0,25 p.

A partir de les relacions de l'apartat anterior tenim:

$$G \frac{M_D M_M}{r^2} = M_D \omega^2 r \Rightarrow \omega = \sqrt{G \frac{M_M}{r^3}} = \sqrt{6,67 \times 10^{-11} \frac{6,43 \times 10^{23}}{(2,346 \times 10^7)^3}} = 5,76 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$

0,25 p.

I el període de Deimos és:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5,76 \times 10^{-5}} = 1,09 \times 10^5 \text{ s}$$

Alternativament

0,5 p.

A partir de la tercera llei de Kepler:

$$\frac{T_D^2}{r_D^3} = \frac{T_F^2}{r_F^3} \Rightarrow T_D = T_F \sqrt{\frac{r_D^3}{r_F^3}} = 27554 \left(\frac{2,346 \times 10^7}{9,377 \times 10^6} \right)^{3/2} = 1,09 \times 10^5 \text{ s}$$

0,25 p.

La velocitat de Deimos és:

$$v = \omega r = 5,76 \times 10^{-5} \times 2,346 \times 10^7 = 1352 \text{ m/s}$$

0,5 p.

I l'energia mecànica és:

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} M_D v^2 - G \frac{M_D M_M}{r} = -1,83 \times 10^{21} \text{ J}$$



P2)

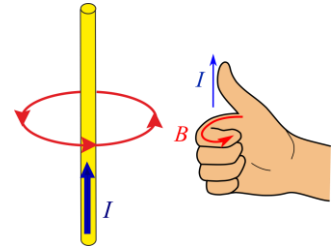
a)

0,1 p.

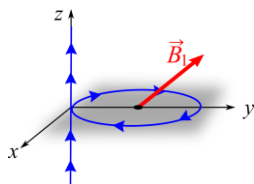
Primer calcularem la magnitud del camp magnètic creat pel tram recte:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 2}{2\pi \cdot 0,02} = 2,00 \times 10^{-5} \text{ T}$$

0,3 p.



Sabem que les línies de camp són circumferències en el pla xy centrades en el fil, i el sentit es determina amb la mà dreta posant el dit polze en el mateix sentit que el corrent, com s'indica en la figura.



Com que el camp magnètic és tangent a les línies i té el mateix sentit, el camp magnètic creat pel fil (1) té la direcció i el sentit indicats a la figura:

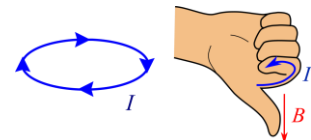
$$\vec{B}_1 = -2,00 \times 10^{-5} \vec{i} \text{ T}$$

0,1 p.

Ara calcularem la magnitud del camp magnètic creat pel tram circular:

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 2}{2 \cdot 0,02} = 2\pi \times 10^{-5} \text{ T}$$

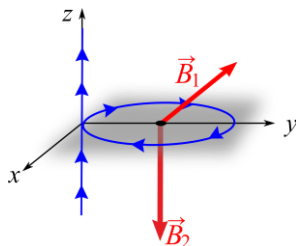
0,3 p



La direcció del camp és perpendicular a l'espira i el sentit l'obtenim a partir de la regla de la mà dreta:

$$\vec{B}_2 = -2\pi \times 10^{-5} \vec{k} \text{ T}$$

0,25 p.



El camp magnètic total és la suma vectorial dels camps magnètics \vec{B}_1 i \vec{B}_2 :

$$\begin{aligned} \vec{B} &= (-2,00 \times 10^{-5} \vec{i} - 2\pi \times 10^{-5} \vec{k}) \text{ T} \\ &= (-2, 0, -2\pi) \times 10^{-5} \text{ T} \end{aligned}$$

0,2 p.

I finalment el mòdul és:

$$B = \left(\sqrt{2^2 + (2\pi)^2} \right) \times 10^{-5} = 6,59 \times 10^{-5} \text{ T}$$



b)

0,4 p

Per obtenir un camp magnètic mínim, el camp \vec{B}_2 ha de tenir la mateixa direcció que el camp \vec{B}_1 però el sentit ha de ser l'oposat:

$$\vec{B}_2 = 2\pi \times 10^{-5} \vec{i} \text{ T}$$

Per tant, aplicant la regla de la mà dreta, l'espira s'ha d'orientar en el pla yz i el corrent ha de girar en sentit antihorari.

0,25 p.

I el camp magnètic total és:

$$\vec{B} = (-2,00 \times 10^{-5} \vec{i} + 2\pi \times 10^{-5} \vec{i}) \text{ T} = 4,28 \times 10^{-5} \vec{i} \text{ T}$$

I el seu mòdul és:

$$B = 4,28 \times 10^{-5} \text{ T}$$

0,4 p.

Per obtenir un camp magnètic màxim, el camp \vec{B}_2 ha de tenir la mateixa direcció i sentit que el camp \vec{B}_1 :

$$\vec{B}_2 = -2\pi \times 10^{-5} \vec{i} \text{ T}$$

Per tant, aplicant la regla de la mà dreta, l'espira s'ha d'orientar en el pla yz i el corrent ha de girar en sentit horari.

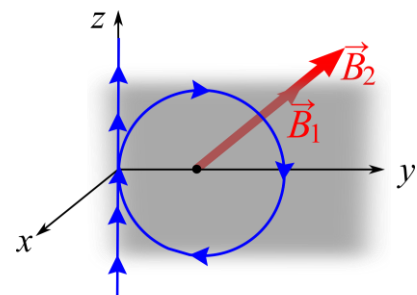
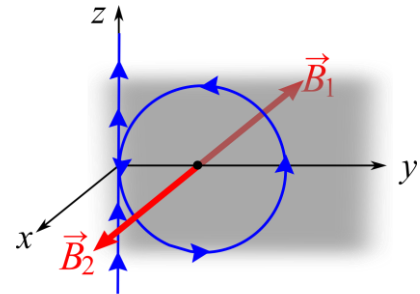
0,2 p.

I el camp magnètic total és:

$$\vec{B} = (-2,00 \times 10^{-5} \vec{i} - 2\pi \times 10^{-5} \vec{i}) \text{ T} = -8,28 \times 10^{-5} \vec{i} \text{ T}$$

I el seu mòdul és:

$$B = 8,28 \times 10^{-5} \text{ T}$$





P3)

a)

0,1 p.

La longitud d'ona és la distància mínima que separa dues crestes: $\lambda = 4$ m.

0,1 p.

La freqüència és el nombre de cicles que es produeixen per segon:

$$f = \frac{30 \text{ cicles}}{60 \text{ s}} = 0,50 \text{ Hz.}$$

0,2 p.

La velocitat de propagació de l'ona és: $v = \lambda f = 2,00$ m/s.

0,2 p.

La boia descriurà un MHS:

$$y(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

0,1 p.

La separació entre una cresta i una vall és dues vegades l'amplitud:

$$A = 0,20 \text{ m.}$$

0,1 p.

$$\omega = 2\pi f = \pi \text{ rad/s}$$

0,2 p.

$$A = A \sin(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = \text{ArcSin}(1) = \pi/2 \text{ rad.}$$

0,25 p.

Així, l'equació del moviment de la boia és:

$$y(t) = 0,2 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right), t \text{ en s, } y \text{ en m.}$$

Alternativament, es pot descriure l'MHS així: $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$. En aquest cas, $\varphi_0 = 0$ rad.



b)

0,5 p.

$$v(t) = \frac{dy(t)}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0),$$

Llavors:

$$v(t) = 0,628 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right), t \text{ en s, } v \text{ en m/s.}$$

Atès que el valor màxim de cosinus és 1:

$$v_{m\grave{a}x} = A\omega = 0,628 \text{ m/s}$$

0,25 p.

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0) = -y(t)\omega^2$$

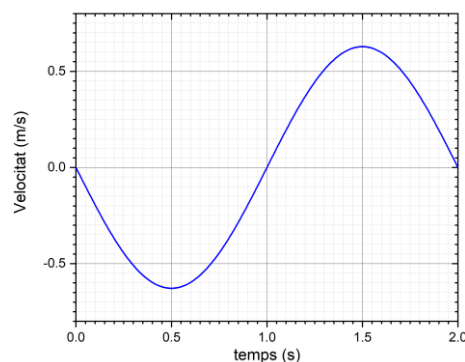
$$a(t) = -1,97 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right), t \text{ en s, } a \text{ en m/s}^2.$$

Atès que el valor màxim de $-\sin(\omega t + \varphi_0)$ és 1:

$$a_{m\grave{a}x} = A\omega^2 = 1,97 \text{ m/s}^2$$

0,5 p.

Representació gràfica:



No incloure el títol en l'eix resta **0,1 p.**

No incloure les unitats en l'eix resta **0,2 p.**

Si, en la representació, la fase inicial no es correspon amb la de l'equació deduïda resta **0,2 p.**

No esclar o representar correctament la gràfica serà qualificat amb un zero.



P4)

a)

Disminució de la massa:

0,25 p.

$$\Delta m = 4 m({}_1^1p) - m({}_2^4He) = 4,765 \times 10^{-29} \text{kg}$$

Energia alliberada per nucli d'heli:

0,25 p.

$$E_{at,He} = \Delta m c^2 = 4,765 \times 10^{-29} \times (3,00 \times 10^8)^2 = 4,29 \times 10^{-12} \text{J}$$

0,5 p.

Per formar un nucli d'heli calen 2 molècules d'aigua; per tant, el nombre total de nuclis d'heli que es poden formar és:

$$n = N_A \frac{n_{mols H_2O}}{2} = 5,12 \times 10^{24}$$

0,25 p.

I, finalment, l'energia total que es pot extreure del got d'aigua és:

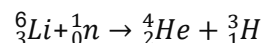
$$E_{Tot} = n \Delta m c^2 = 5,12 \times 10^{24} \times 4,29 \times 10^{-12} = 2,20 \times 10^{13} \text{J}$$

b)

0,2 p.

Una partícula α és un nucli d'heli (és un àtom d'heli totalment ionitzat): ${}_2^4He$ o ${}_2^4\alpha$.

0,7 p.



0,15 p.

A partir de l'energia que es pot extreure de l'aigua mitjançant la cadena protó-protó i el consum energètic per persona, podem comprovar que l'energia continguda a l'aigua és superior al consum d'una persona durant mil anys.

No obstant això, en els reactors de fusió nuclear no es produeix la cadena protó-protó, sinó que l'energia s'obté de la fusió del triti amb el deuteri. La quantitat de triti natural és ínfima i s'ha d'obtenir artificialment a partir de la fissió del liti. Així doncs, no és cert que amb un simple got d'aigua es pugui produir l'energia que consumeix una família



Proves d'accés a la Universitat 2023, convocatòria ordinària. Criteri d'avaluació

de quatre persones durant tota la vida. Per tant, no es pot considerar una font d'energia tan il·limitada com la quantitat d'aigua del nostre planeta.

0,2 p.

Per una altra banda, la fusió del deuteri i del triti genera neutrons d'elevada energia que poden convertir en radioactius els materials del reactor. Certament, la fusió genera menys residus nuclears que la fissió, però no es pot considerar totalment neta.



P5)

a)

0,75 p.

Sabem que el potencial creat per una càrrega puntual s'expressa així:

$$V = k \frac{Q}{r}$$

En aquesta fórmula, la constant de Coulomb (k) i la distància (r) són magnituds positives. Per tant, el signe del potencial depèn del signe de la càrrega. Així, a prop d'una càrrega positiva el potencial ha de ser positiu i a prop d'una càrrega negativa el potencial ha de ser negatiu. Així doncs, Q_1 és una càrrega positiva i Q_2 és una càrrega negativa.

Alternativament

Sabem que el camp elèctric apunta en la direcció que disminueix el potencial i podem veure que quan ens movem de Q_1 cap a Q_2 el potencial disminueix. Per tant, el camp es dirigeix de Q_1 cap a Q_2 . Per una altra banda, les línies de camp surten de les càrregues positives i van a parar a les negatives; per tant, Q_1 és una càrrega positiva i Q_2 és una càrrega negativa.

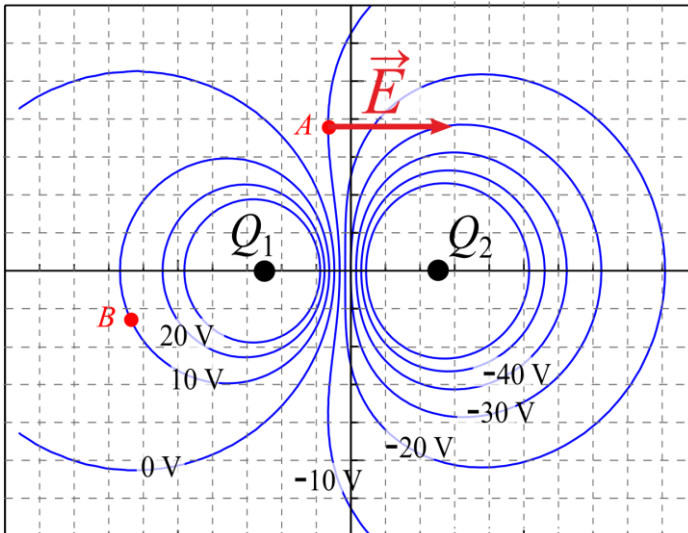
0,25 p.

Per una banda, el camp elèctric ha de ser perpendicular a les línies equipotencials. Al punt A les línies equipotencials són aproximadament verticals. Per tant, al punt A el camp elèctric ha de ser aproximadament horitzontal. En la correcció s'ha de valorar que el camp elèctric s'hagi representat clarament perpendicular a les línies equipotencials.



0,25 p.

Per una altra banda, ha d'apuntar en la direcció en què el potencial disminueix (o de les càrregues positives cap a les negatives). Per tant, el sentit és el que s'indica a la figura següent:



b)

0,75 p.

El treball fet pel camp elèctric s'expressa així:

$$W_{A \rightarrow B} = -q\Delta V = -(-e)(V_B - V_A) = 1,602 \times 10^{-19}(10 - (-10)) = 3,204 \times 10^{-18} \text{ J}$$

0,5 p.

El treball és zero perquè la diferència de potencial entre el punt inicial i el final és zero.

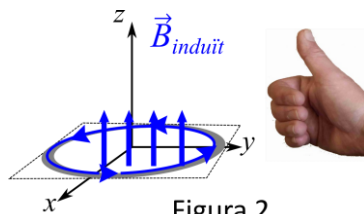
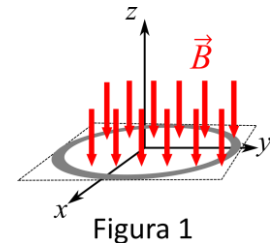


P6)

a)

0,25 p.

De 0 a 4 s el flux augmenta de 0 a $2,4 \times 10^{-3}$ Wb; per tant, el camp magnètic augmenta (figura 1). Llavors, s'induirà un corrent que s'oposa al canvi. Segons la regla de la mà dreta, el corrent circularà en sentit antihorari, com s'indica a la figura 2.



0,25 p.

De 4 a 8 s el flux no varia, no hi ha corrent induït.

0,25 p.

de 8 a 12 s el flux augmenta de $2,4 \times 10^{-3}$ a $7,2 \times 10^{-3}$ Wb; per tant, el camp magnètic augmenta (figura 1). Llavors, s'induirà un corrent que s'oposa al canvi. Segons la regla de la mà dreta, el corrent circularà en sentit antihorari, com s'indica a la figura 2.

0,5 p.

Com que l'àrea de l'espira és constant i la direcció del camp magnètic és constant i el camp magnètic és uniforme, el flux s'expressa així:

$$\phi_m = B \cdot S$$

En aquesta fórmula, S és la superfície de l'espira. Com que S és constant, l'augment de flux només es pot explicar perquè augmenta el camp magnètic. Així, durant els intervals de temps de 0 a 4 i de 4 a 8, el camp magnètic ha d'augmentar; llavors, la figura (a) és la que correspon a la variació de flux observada.

A més, com que de 0 a 4 s el flux augmenta de 0 a $2,4 \times 10^{-3}$ Wb i el camp de 0 a 1 T, la superfície ha de ser 24 cm^2 . De 8 a 12 s veiem que el camp magnètic augmenta d'1 a 3 T i si $S=24 \text{ cm}^2$, llavors el flux ha d'augmentar de $2,4 \times 10^{-3}$ a $7,2 \times 10^{-3}$ Wb; per tant, els valors numèrics també són correctes.



b)

0,5 p.

El mòdul de la FEM induïda és:

$$\varepsilon = \frac{d\phi_m}{dt} = \frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = \frac{2,4 \times 10^{-3}}{4} = 6,00 \times 10^{-4} \text{ V}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{6,00 \times 10^{-4}}{5,0 \times 10^{-3}} = 0,12 \text{ A}$$

0,25 p.

$$\varepsilon = \frac{d\phi_m}{dt} = \frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = 0 \text{ V}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0}{5,0 \times 10^{-3}} = 0 \text{ A}$$

0,5 p.

$$\varepsilon = \frac{d\phi_m}{dt} = \frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = \frac{7,2 \times 10^{-3} - 2,4 \times 10^{-3}}{4} = 1,20 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{1,20 \times 10^{-3}}{5,0 \times 10^{-3}} = 0,24 \text{ A}$$



P7)

a)

0,2 p.

$$f = \frac{c}{\lambda} = 10^{15} \text{ Hz}$$

0,3 p.

$$E_{\text{fotó}} = hf = 6,63 \times 10^{-19} \text{ J} = 4,14 \text{ eV.}$$

0,5 p.

$$E_{C,\text{màx}} = hf - W_e = 2,78 \times 10^{-19} \text{ J} = 1,74 \text{ eV}$$

0,25 p.

$$I = 2,00 \times 10^{15} \frac{e}{s} \frac{1,602 \times 10^{-19} \text{ C}}{1e} = 3,20 \times 10^{-4} \text{ A} = 0,320 \text{ mA}$$

(Com que no s'indica en quin sistema d'unitats s'ha de respondre, els resultats es poden donar tant en J com en eV.)

b)

0,25 p.

La freqüència lliardar correspon a la dels fotons que tenen una energia W_e :

$$f = \frac{W_e}{h} = \frac{2,4 \cdot 1,602 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = 5,80 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

0,1 p.

La freqüència dels fotons del nou tub és: $f = \frac{c}{\lambda} = 8,57 \times 10^{14} \text{ Hz}$

0,25 p.

Per tant, també s'arrencaran electrons per efecte fotoelèctric amb el nou tub.

0,4 p.

El nombre d'electrons arrencats depèn del nombre de fotons incidents, i com que el nombre de fotons és el mateix, el nombre d'electrons arrencats no varia.

0,25 p.

L'única diferència serà que l'energia cinètica dels electrons emesos serà menor, atès que la freqüència (i, per tant, l'energia) dels fotons emesos pel nou tub és menor. Ara bé, el que és important és que els fotons generats pel nou tub tenen suficient energia per arrencar electrons, de manera que el dispositiu de seguretat segueix funcionant. En cas contrari, hauria estat necessari canviar aquest dispositiu.





SÈRIE 5

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'haurem 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'haurem 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.



Proves d'accés a la Universitat 2023, convocatòria ordinària. Criteri d'avaluació

P1)

a)

0,25 p

Del gràfic $g = 0,6 \text{ m/s}^2$.

La segona llei de Newton estableix que:

0,1 p.

$$\vec{F} = m_{S2}\vec{a}$$

I, la acceleració centrípeta de S2 és:

0,1 p

$$a = \frac{v^2}{r}$$

La força gravitatòria s'expressa com:

0,4 p

$$F = m_{S2}g$$

0,3 p

Per tant obtenim que: $\frac{v^2}{r} = g = 0,6 \text{ m/s}^2$

0,1 p

I finalment: $v = \sqrt{rg} = 4,24 \times 10^6 \text{ m/s}$

b)

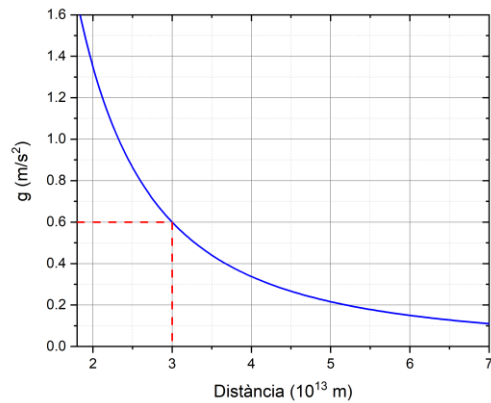
0,25 p

Segons la llei de gravitació universal, el mòdul de la força s'expressa com:

$$F = G \frac{m_{S2}M_{A*}}{r^2}$$

$$\text{i } F = m_{S2}g$$

Per tant obtenim que:





Proves d'accés a la Universitat 2023, convocatòria ordinària. Criteri d'avaluació

0,25 p

$$g = G \frac{M_{A^*}}{r^2} = 0,6 \text{ m/s}^2$$

0,25 p

$$M_{A^*} = g \frac{r^2}{G} = 8,10 \times 10^{36} \text{ kg} \frac{M_{Sol}}{1,99 \times 10^{30} \text{ kg}} = 4,07 \times 10^6 M_{Sol}$$

0,25 p

El càlcul de la velocitat d'escapament es basa en el principi de conservació de l'energia mecànica. Per escapar cal que l'energia mecànica sigui igual a la de l'infinit que és 0: E_m (a una distància r de Sagitari A*) = 0

$$E_m = E_c + E_p = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_{esc}^2 - G \frac{m M_{A^*}}{r} = 0$$

0,25 p

$$\frac{1}{2} m v_{esc}^2 = G \frac{m M_{A^*}}{r} \Rightarrow r = \frac{2 G M_{A^*}}{v_{esc}^2} = \frac{2 \times 6,67 \times 10^{-11} \cdot 8,10 \times 10^{36}}{(3,00 \times 10^8)^2} = 1,20 \times 10^{10} \text{ m}$$



P2)

a)

0,4 p

Sabem que les línies de camp surten de les càrregues positives i van a morir a les càrregues negatives.

0,15 p

Per tant, l'ió positiu es trobarà on hi hagi una font de línies de camp. A partir del gràfic i aproximadament, podem situar una font de línies de camp al punt $(-1,0)$ m

0,15 p

En canvi, l'ió negatiu es trobarà on hi hagi un pou de línies de camp. A partir del gràfic i aproximadament, podem situar un pou de línies de camp al punt $(1,0)$ m.

0,35 p

El nombre de línies de camp que surt d'una càrrega puntual (o va a morir a una càrrega puntual) és proporcional al valor absolut de la càrrega.

0,1 p

Podem comprovar que surten més línies de camp de la posició on es troba l'ió carregat positivament, $(-1,0)$, que de la posició on es troba l'ió carregat negativament, $(1,0)$.

0,1 p

per tant a $(-1,0)$ tenim una càrrega $+4e$ i a $(1,0)$ tenim una càrrega $-e$.

b)

0,65 p

Si ens situem a una distància molt més gran que al separació de les dues càrregues, el que veuríem es una càrrega puntual de valor igual a la suma de les dues càrregues, és a dir, veuríem el camp creat per una càrrega puntual de magnitud $+3e$.

0,6 p

Per tant, la superfície equipotencial s'aproximarà al d'una càrrega puntual, és a dir, serà una **superfície esfèrica**.



P3)

a)

0,2 p

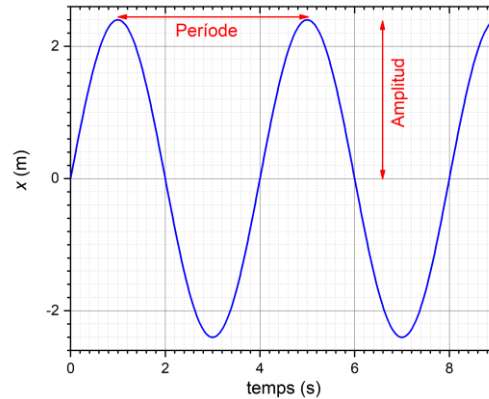
Del gràfic $T = 4$ s i $A = 2,4$ m.

0,2 p

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2} \text{ rad/s} = 1,57 \text{ rad/s}$$

0,2 p

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 = \frac{\pi^2}{2} \text{ N/m} = 4,93 \text{ N/m}$$



Primera opció

0,2 p

Equació del MHS:

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

0,2 p

Del gràfic $x_0 = x(t=0) = 0$ m.

$$0 = A \sin(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = \text{ArcSin}(0) = 0 \text{ o } \pi \text{ rad.}$$

Per saber quina de les dues solucions és correcte calculem $x(t=1$ s) que segons el gràfic és 2,4 m

$$x(t = 1 \text{ s}) = 2,4 \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 2,4 \text{ m, correcte: } \varphi_0 = 0$$

$$x(t = 1 \text{ s}) = 2,4 \sin\left(\frac{\pi}{2} + \pi\right) = -2,4 \text{ m, incorrecte, } \varphi_0 \text{ no és } \pi \text{ rad.}$$

0,25 p

Finalment l'equació del moviment és:

$$x(t) = 2,4 \sin\left(\frac{\pi}{2} t\right), \text{ x en m i t en s.}$$



Alternativament:

0,2 p

Equació del MHS:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

0,2 p

Del gràfic $x_0 = x(t=0) = 0$ m.

$$0 = A \cos(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = \text{ArcCos}(0) = \frac{\pi}{2} \text{ rad } o -\frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

Per saber quina de les dues solucions és correcte calculem $x(t=1 \text{ s})$ que segons el gràfic és 2,4 m

$$x(t = 1 \text{ s}) = 2,4 \cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}\right) = -2,4 \text{ m, incorrecte, } \varphi_0 \text{ no és } \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

$$x(t = 1 \text{ s}) = 2,4 \cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2}\right) = 2,4 \text{ m, correcte: } \varphi_0 = -\frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

0,25 p

Finalment l'equació del moviment és:

$$x(t) = 2,4 \cos\left(\frac{\pi}{2} t - \frac{\pi}{2}\right), \text{ x en m i t en s.}$$

b)

Primera opció

0,25 p

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0) = 3,77 \cos\left(\frac{\pi}{2} t\right) \text{ v en m/s i t en s.}$$



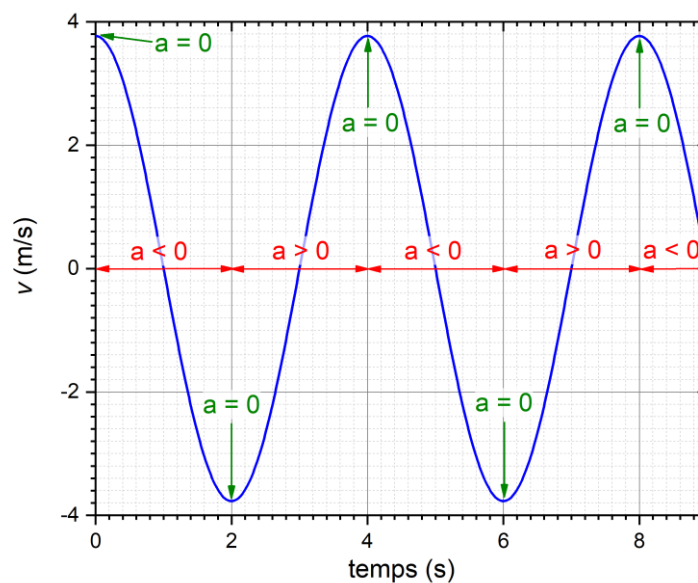
Alternativament:

0,25 p

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0) = -3,77 \sin\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ v en m/s i t en s.}$$

0,5 p

Representació de la gràfica v-t.



0,25 p

L'acceleració a a un cert instant t és el pendent de la gràfica v-t. El pendent val zero en els màxims i mínims; per això a $t=0$ s, 2 s, 4 s, 6 s i 8 s valdrà zero.

0,25 p

Els intervals d'acceleració positiva, es donen quan el pendent de la gràfica és positiu, són de 2 s fins a 4 s i de 6 s fins a 8 s. A la resta de temps on l'acceleració no val zero, els pendents són negatius, i per això l'acceleració és negativa.



Alternativament:

0,2 p

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0) = -x\omega^2$$

0,15 p

L'acceleració serà nul·la quan $x = 0$, del gràfic $x(t)$ això passa a $t=0$ s, 2 s, 4 s, 6 s i 8 s valdrà zero.

0,15 p

L'acceleració serà positiva quan $x < 0$, del gràfic $x(t)$ això en els intervals de 2 s fins a 4 s i de 6 s fins a 8 s. A la resta de temps on l'acceleració no val zero, $x > 0$ i per això l'acceleració és negativa.



P4)

a)

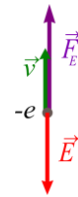
0,2 p

$$|\vec{E}| = \frac{\Delta V}{d} = \frac{220}{0,2} = 1100 \text{ V/m}$$

0,2 p

$$\vec{F}_E = q\vec{E}$$

0,3 p



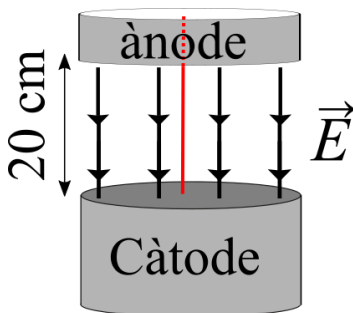
Per que l'electró es mogui en línia recta vertical i cap amunt, la força aplicada pel camp elèctric ha de ser vertical i sentit cap amunt (dirigida del càtode cap a l'ànode).

La força i el camp elèctric són paral·lels, llavors la direcció del camp elèctric és vertical, perpendicular a les superfícies de l'ànode i del càtode.

0,3 p

Com la càrrega de l'electró és negativa el sentit del camp elèctric és l'oposat al de la força, és a dir, va dirigit cap avall, de l'ànode cap al càtode.

Així les línies de camp elèctric són:



0,25 p

Les línies de camp indiquen la direcció en la que el potencial disminueix, per tant, el potencial ha de ser més gran a l'ànode que al càtode.



b)

Velocitat quan surten de l'ànode:

Primera opció, per forces

0,2 p

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = 1,93 \times 10^{14} \text{ m/s}^2.$$

0,2 p

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta s \Rightarrow v = \sqrt{2a\Delta s} = \sqrt{2 \times 1,93 \times 10^{14} \times 0,2} = 8,80 \times 10^6 \text{ m/s}$$

Alternativament, per energies:

0,3 p

$$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = W_{Tot} = -q\Delta V = e\Delta V = 3,52 \times 10^{-17} \text{ J.}$$

0,1 p

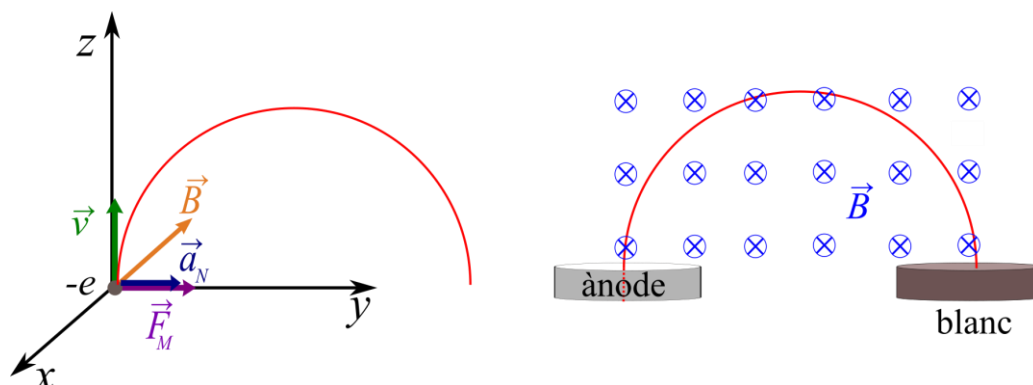
$$v = \sqrt{2 \frac{e\Delta V}{m}} = 8,80 \times 10^6 \text{ m/s}$$

0,3 p

Velocitat quan impacten en el blanc: el camp magnètic aplica una força normal a la trajectòria, de manera que no produeix cap canvi en el mòdul de la velocitat, només provoca un canvi en la direcció del moviment, per tant, $v = 8,80 \times 10^6 \text{ m/s}$.

0,2 p

Per tal que els electrons descriguin la trajectòria circular del dibuix, l'acceleració normal o centrípeta ha de tenir el sentit indicat a la figura. Llavors, com la força i l'acceleració tenen la mateixa direcció i sentit, la força magnètica ha d'anar dirigida segons l'eix y, com s'indica a la figura.





0,1 p

Sabem que $\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$, llavors \vec{B} ha de ser perpendicular a \vec{v} i \vec{F}_m , per tant, segons els eixos del dibuix, \vec{B} ha d'anar dirigit segons l'eix x.

0,25 p

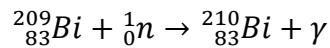
El sentit el podem establir a partir de la regla de la mà dreta, perquè el producte vectorial $\vec{v} \times \vec{B}$ estigui dirigit segons l'eix y en el sentit de la figura, \vec{B} hauria de tenir el sentit positiu segons l'eix de les x, però com la càrrega de l'electró és negativa, el sentit final és l'oposat, per tant \vec{B} ha de tenir el sentit negatiu segons l'eix de les x. Per tant, representem \vec{B} perpendicular al pla del dibuix i sentit cap endins, és a dir, el representem amb creus.



P5)

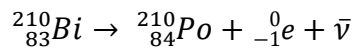
a)

0,45 p



En aquest apartat es penalitzarà l'omissió del fotó amb 0,15 p.

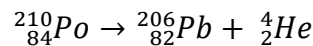
0,4 p



En aquest apartat es penalitzarà l'omissió de l'antineutrí amb 0,15 p.

Alternativament pot escriure ${}_{-1}^0\beta$ o e^- enlloc de ${}_{-1}^0\text{e}$.

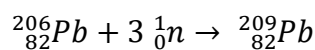
0,4 p



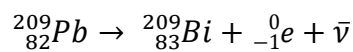
Alternativament es pot escriure ${}^4_2\alpha$ enlloc de ${}^4_2\text{He}$.

b)

0,25 p



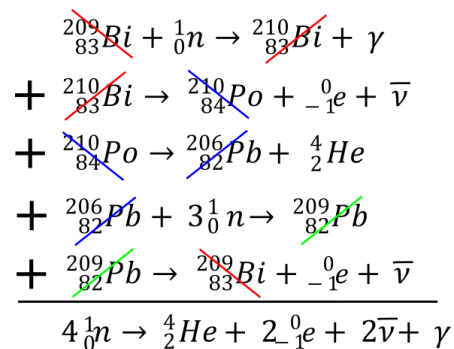
0,25 p



En aquest apartat es penalitzarà l'omissió de l'antineutrí amb 0,1 p.

0,75 p

balanç del cicle:





P6)

a)

0,25 p

La força mesurada per la balança és igual a la seva lectura en kg per g . Així, la força magnètica és igual a la diferència en la lectura de la balança per g :

$$F = (0,243 - 0,239) \times 9,81 = 0,0392 \text{ N}$$

0,25 p

Per altre banda, la força aplicada pel camp magnètic sobre un fil de corrent és:

$$\vec{F}_m = I\vec{l} \times \vec{B}$$

0,25 p

Com \vec{l} i \vec{B} són perpendiculars, el mòdul de la força magnètica és:

$$F_m = IlB$$

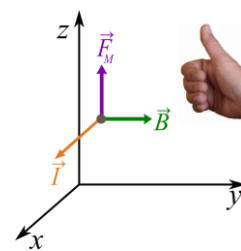
0,25 p

I finalment, com de la lectura de la balança sabem que $F_m = 0,0392 \text{ N}$:

$$B = \frac{F_m}{Il} = \frac{0,0392}{8 \cdot 0,15} = 0,0327 \text{ T}$$

0,25 p

Observeu que \vec{F}_m serà perpendicular a \vec{l} i \vec{B} per tant serà vertical. El camp magnètic va dirigit del pol nord cap el pol sud, i tenint en compte el sentit del corrent, si apliquem la regla de la mà dreta tenim que la força magnètica aplicada sobre el fil va dirigida cap amunt. Segons la tercera llei de Newton, la força aplicada per l'imant sobre el fil de corrent tindrà la mateixa magnitud i direcció però sentit oposat al de la força aplicada pel fil de corrent sobre l'imant, per tant, sobre l'imant actua una força dirigida segons l'eix z i sentit cap avall (negatiu) de manera que la balança detectarà un augment de la força aplicada sobre ella.





b)

0,75 p

Per obtenir la mateixa força hem de crear el mateix camp magnètic:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = 0,0327 \text{ T}$$

0,5 p

Per tant,

$$r = \frac{\mu_0 I}{2\pi B} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 8}{2\pi \times 0,0327} = 4,90 \times 10^{-5} \text{ m} = 49,0 \mu\text{m}$$

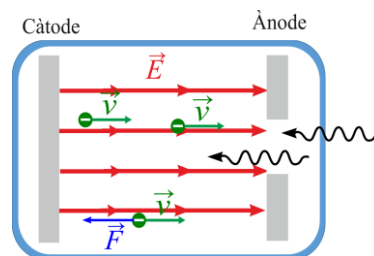


P7)

a)

0,25 p

Es tracta de crear una força que freni els electrons de manera que no arribin a l'ànode i d'aquesta manera fer que el corrent que circula pel circuit sigui zero. Llavors la força ha de tenir el sentit oposat a la velocitat i com els electrons tenen càrrega negativa el camp elèctric ha de tenir el sentit oposat a la força, tal i com s'indica a la figura:



Com el camp elèctric apunta en la direcció que disminueix el potencial, el càtode ha d'estar connectat al potencial alt i l'ànode al potencial baix.

0,5 p

Quan el potencial aplicat és el potencial de frenada, V_f , el treball aplicat pel camp elèctric ha de ser igual a l'energia cinètica màxima dels electrons, així la velocitat dels electrons serà nul·la quan arriben a l'ànode:

$$E_C = eV_f$$

0,25 p

I si apliquem balanç d'energia de l'efecte fotoelèctric tenim:

$$eV_f = E_C = hf - W_0$$

On W_0 és la funció de treball o treball d'extracció. Llavors:

$$V_f = \frac{hf - W_0}{e}$$

També es pot expressar com:

$$f = \frac{eV_f + W_0}{h}$$



0,25 p

Podem determinar la constant de Planck a partir de dues parelles de dades de la taula,

$$\left. \begin{array}{l} eV_{f,1} = hf_1 - W_0 \\ eV_{f,2} = hf_2 - W_0 \end{array} \right\} \Rightarrow eV_{f,2} - eV_{f,1} = hf_2 - hf_1$$

I si aïllem la constant de Planck obtenim

$$h = e \frac{V_{f,2} - V_{f,1}}{f_2 - f_1} = 1,602 \times 10^{-19} \frac{3,29 - 0,4}{(12,5 - 5,49) \times 10^{14}} = 6,60 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

b)

0,75 p

Un cop determinada la constant de Planck, W_0 és:

$$W_0 = hf - eV_f = 2,98 \times 10^{-19} \text{ J}$$

I la freqüència llindar és

$$f_0 = \frac{W_0}{h} = 4,52 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

0,25 p

S'emetran electrons sempre i quan la freqüència de la llum superi a la freqüència llindar.

0,25 p

La freqüència de la llum és:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8}{350 \times 10^{-9}} = 8,57 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

Com $f > f_0$ hi haurà emissió d'electrons.

Nota pels correctors: en els criteris generals s'estableix que un error no s'ha de penalitzar dues vegades en el mateix problema. Per tant, no ha de tenir cap mena de penalització el fet que en la resolució d'aquest apartat l'estudiant utilitzi un valor incorrecte de la constant de Planck o que utilitzi el valor conegut de $6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.