



## SÈRIE 4

### *Criteris generals d'avaluació i qualificació*

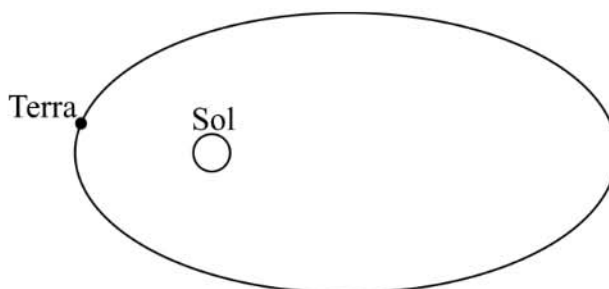
1. Les respostes s'han d'ajustar a l'enunciat de la pregunta. Es valorarà sobretot que l'alumnat demostrï que té clars els conceptes de caràcter físic sobre els quals tracta cada pregunta.
2. Es tindrà en compte la claredat en l'exposició dels conceptes, dels processos, dels passos a seguir, de les hipòtesis, 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 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 0,1 punt.



P1)

a)

**0,4 p** El Sol està en el focus de l'el·lipse i a l'hivern la Terra s'ha de trobar al periheli o a prop d'aquest.



**0,4 p** L'energia mecànica de la Terra es conserva atès que només actua la força de la gravetat, que és una força conservativa.

L'energia mecànica és la suma de les energies cinètica i potencial gravitatòria:

$$E_m(r) = \frac{1}{2} M_T v^2 - G \frac{M_T M_S}{r} = \text{constant}$$

Quan  $r$  és mínim, llavors el terme  $G \frac{M_S M_T}{r}$  és màxim i, per tant, l'energia potencial és mínima al periheli i màxima a l'afeli.

Com que l'energia mecànica és constant, si a l'afeli l'energia potencial gravitatòria és màxima, llavors l'energia cinètica serà mínima i també serà mínima la velocitat en aquest punt de la trajectòria.

També es pot argumentar que:

$$E_m(r) = \frac{1}{2} M_T v^2 - G \frac{M_T M_S}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\text{constant} + 2G \frac{M_S}{r}}$$

Com que a l'afeli  $r$  és màxim, llavors el terme  $2G \frac{M_S}{r}$  és mínim i també ho serà la velocitat.

Es pot plantejar la solució a partir de la segona llei de Kepler:

**0,35 p**  $r_a v_a M_T = r_p v_p M_T$

**0,1 p**  $r_a = r_p \frac{v_p}{v_a} = 147,1 \times 10^9 \frac{30.750}{28.760} = 1,57 \times 10^{11} \text{ m}$

**Alternativament**, es pot plantejar a partir de la conservació de l'energia mecànica:

**0,1 p**  $E_m(r_a) = E_m(r_p)$

**0,25 p**  $\frac{1}{2} M_T v_a^2 - G \frac{M_T M_S}{r_a} = \frac{1}{2} M_T v_p^2 - G \frac{M_T M_S}{r_p}$

$$\frac{1}{r_a} = \frac{1}{r_p} + \frac{1}{2} \frac{v_a^2 - v_p^2}{G M_S}$$

**0,1 p**  $r_a = \left[ \frac{1}{r_p} + \frac{1}{2} \frac{v_a^2 - v_p^2}{G M_S} \right]^{-1} = \left[ \frac{1}{147,1 \times 10^9} + \frac{1}{2} \frac{28.760^2 - 30.750^2}{6,67 \times 10^{-11} \cdot 1,99 \times 10^{30}} \right]^{-1} = 1,57 \times 10^{11} \text{ m}$

b)

**0,65 p**  $g_S = G \frac{M_S}{R_S^2} = 274 \text{ m/s}^2$  **0,1 p**

**0,4 p** El pes és:  $Pes = m g_S = 274 \cdot 10,0 = 2740 \text{ N}$  **0,1 p**



P2)

a)

**0,25 p**  $|\vec{F}_m| = K_m \Delta l = 10 \cdot 0,60 = 6,00 \text{ N}$  **0,1 p**

**0,25 p**  $|\vec{F}_e| = \left| k_e \frac{Q^2}{d^2} \right| = |\vec{F}_m| = 6,00 \text{ N}$  **0,1 p**

**0,45 p**  $Q = d \sqrt{\frac{|\vec{F}_m|}{k_e}} = 1,00 \sqrt{\frac{6,00}{8,99 \times 10^9}} = 2,58 \times 10^{-5} \text{ C} = 25,8 \mu\text{C}$  **0,1 p**

b)

**0,25 p**  $E_1 = E_2 = \left| k \frac{Q}{d^2} \right|$

**0,1 p**  $E_1 = E_2 = 8,99 \times 10^9 \frac{2,58 \times 10^{-5}}{1^2} = 2,32 \times 10^5 \text{ N/C}$

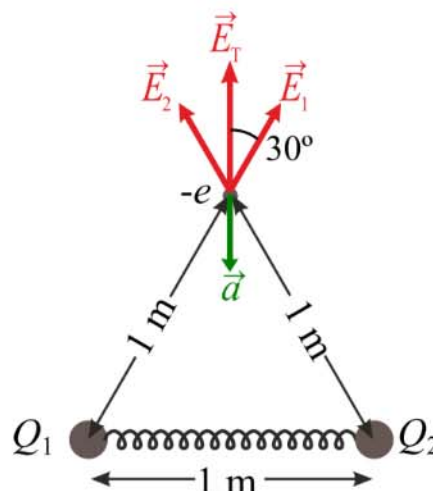
**0,25 p**  $E_T = 2E_1 \cos(30^\circ) = 4,02 \times 10^5 \text{ N/C}$

**0,2 p**  $|\vec{F}| = e \cdot E_T = 6,44 \times 10^{-14} \text{ N}$

**0,1 p**  $|\vec{a}| = \frac{|\vec{F}|}{m_e} = 7,07 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$

**0,25 p** Representació correcta del camp elèctric.

**0,1 p** Representació correcta de l'acceleració.



P3)

a)

**0,25 p**  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

**1 p**

$$\left. \begin{aligned} \omega_{\text{aranya+ins}} &= \sqrt{\frac{k}{m_{\text{aranya+ins}}}} \\ \omega_{\text{aranya}} &= \sqrt{\frac{k}{m_{\text{aranya}}}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\omega_{\text{aranya+ins}}}{\omega_{\text{aranya}}} = \frac{f_{\text{aranya+ins}}}{f_{\text{aranya}}} = \sqrt{\frac{m_{\text{aranya}}}{m_{\text{aranya+ins}}}}$$

$$\frac{m_{\text{aranya}}}{m_{\text{aranya+ins}}} = \left( \frac{f_{\text{aranya+ins}}}{f_{\text{aranya}}} \right)^2 \Rightarrow \frac{m_{\text{aranya}} + m_{\text{ins}}}{m_{\text{aranya}}} = \left( \frac{f_{\text{aranya}}}{f_{\text{aranya+ins}}} \right)^2 = \left( \frac{12}{10} \right)^2 = 1,44$$

$$1 + \frac{m_{\text{ins}}}{m_{\text{aranya}}} = 1,44 \Rightarrow \frac{m_{\text{ins}}}{m_{\text{aranya}}} = 0,44 \Rightarrow m_{\text{aranya}} = \frac{m_{\text{ins}}}{0,44} = 2,27 \text{ g} = 2,27 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

b)

**0,1 p**  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2$

**0,65 p**  $k = m\omega^2 = m_{\text{aranya}} (2\pi f_{\text{aranya}})^2 = 2,27 \times 10^{-3} (2\pi 12)^2 = 12,9 \text{ N/m}$

**Alternativament:**

**0,65 p**  $k = m\omega^2 = m_{\text{aranya+ins}} (2\pi f_{\text{aranya+ins}})^2 = 3,27 \times 10^{-3} (2\pi 10)^2 = 12,9 \text{ N/m}$

**0,25 p** La màxima velocitat s'assoleix a la posició d'equilibri.

**0,25 p** La màxima acceleració s'assoleix a les posicions de màxima amplitud.



P4)

a)

**0,25 p** Dibuixa correctament la força elèctrica.

**0,25 p** Dibuixa correctament la força magnètica.

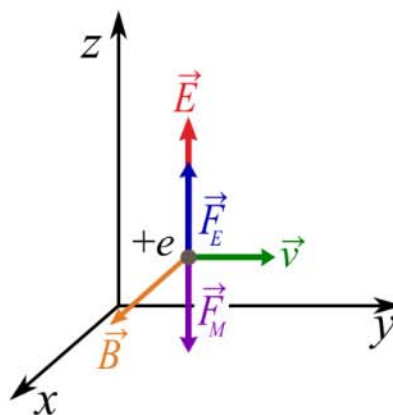
**0,1 p**  $\vec{F}_E = e\vec{E}$

**0,1 p**  $\vec{F}_M = e\vec{v} \times \vec{B}$

**0,45 p** No es desvia quan  $\vec{F}_E + \vec{F}_M = \vec{0}$

$$eE = evB \Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{3,0 \times 10^5}{0,6} = 5 \times 10^5 \text{ m/s}$$



**0,1 p**

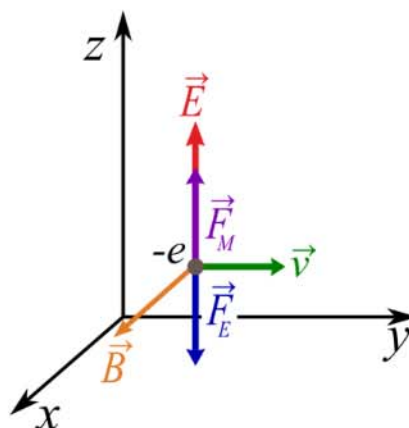
b)

**0,25 p**  $\vec{F}_E = -e\vec{E} = -eE\vec{k}$

**0,25 p**  $\vec{F}_M = -e\vec{v} \times \vec{B} = evB\vec{k}$

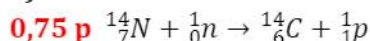
**0,65 p**  $\vec{F}_E + \vec{F}_M = (-eE + evB)\vec{k} = e(-3,0 \times 10^5 + 0,6 \cdot 5,0 \times 10^5) \text{ N } \vec{k} = \vec{0} \text{ N}$

**0,1 p** Com que la força total és nul·la, no es desviarà.



P5)

a)



**Alternativament**, es pot escriure  ${}^1_1\text{H}$  en lloc de  ${}^1_1\text{p}$ .

**0,5 p**  $\Delta m = [m({}^{14}_6\text{C}) + m({}^1_1\text{p})] - [m({}^{14}_7\text{N}) + m({}^1_0\text{n})] = -1,22 \times 10^{-3} \text{ u}$

Com que la massa disminueix, s'ha d'emetre energia en forma de llum.

b)

**0,25 p**  $m(t) = m_A e^{-\lambda t}$

**0,25 p**  $\frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}} \Rightarrow \lambda = -\frac{\ln 0,5}{T_{1/2}} = 1,21 \times 10^{-4} \text{ anys}^{-1}$

**0,25 p**  $\frac{m_A - m_B}{m_A} \times 100 = 23\% \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} = 0,77$

**0,5 p**  $\frac{m_B}{m_A} = 0,77 = e^{-\lambda t} \Rightarrow t = -\frac{\ln 0,77}{\lambda} = 2160 \text{ anys}$

**Alternativament:**

**0,25 p**  $\frac{m_A - m_B}{m_A} \times 100 = 23\% \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} = 0,77$

**0,75 p**  $\left. \begin{array}{l} 0,77 = e^{-\lambda t} \\ 0,5 = e^{-\lambda T_{1/2}} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\ln 0,77}{\ln 0,5} = \frac{t}{T_{1/2}}$

**0,25 p**  $t = T_{1/2} \frac{\ln 0,77}{\ln 0,5} = 2160 \text{ anys}$

P6)

a)

**0,25 p** Cal dibuixar línies de camp que surten del pol nord i van cap al pol sud.

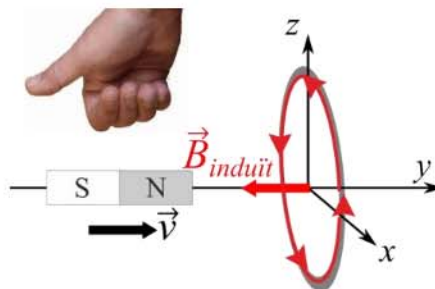
**0,5 p** Segons la llei de Faraday, s'induirà una força electromotriu i, per tant, un corrent elèctric si el flux de camp magnètic varia.

Atès que l'imant s'acosta a la bobina, la intensitat del camp magnètic dins de la bobina augmenta i, per tant, també augmentarà el flux de camp magnètic a través de la bobina. Per tant s'induirà un corrent. Perquè la resposta sigui totalment correcta, cal esmentar la llei de Faraday i cal indicar que el flux de camp magnètic varia, no n'hi ha prou a dir que la intensitat del camp magnètic varia.

**0,5 p** Segons la llei de Lenz, el sentit del corrent induït serà tal que el camp magnètic induït s'oposarà a la variació del flux magnètic que el genera. En aquest punt, dos raonaments són possibles:

- 1) Com que la intensitat del camp magnètic dins l'espina augmenta, el camp magnètic induït tindrà un sentit oposat al camp magnètic generat per l'imant, per tant, segons la regla de la mà dreta, el corrent circularà en el sentit indicat a la figura.

- 2) El corrent induït generarà un camp magnètic que crearà una força repulsiva sobre l'imant, a fi d'aturar el seu moviment. Com que el pol nord avança cap a l'espina, les línies del camp magnètic induït apuntaran cap al pol nord de l'imant, com s'indica a la figura.



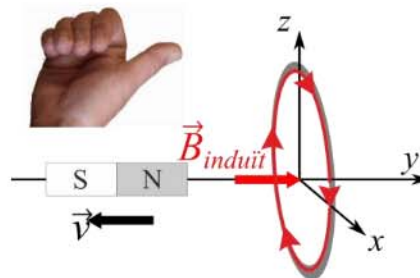
b)

**0,25 p** En aquest cas, la intensitat del camp magnètic dins l'espina disminueix i, per tant, el flux de camp magnètic decreix. Com a resultat, segons la llei de Faraday, es generarà una força electromotriu i un corrent elèctric induïts que, segons la llei de Lenz, s'oposaran al canvi.

**1 p** Atès que ara el flux decreix, el sentit del corrent i del camp magnètic induïts serà l'oposat a l'apartat a), o també podem dir paral·lel al camp magnètic creat per l'imant, com s'indica a la figura.

Donat el sentit del camp magnètic induït, la força sobre l'imant serà **atractiva**.

**Alternativament**, també es pot raonar directament a partir de la llei de Lenz; l'efecte del camp magnètic induït és aturar el moviment de l'imant, i com que ara l'imant s'allunya, la força haurà de ser **atractiva**.

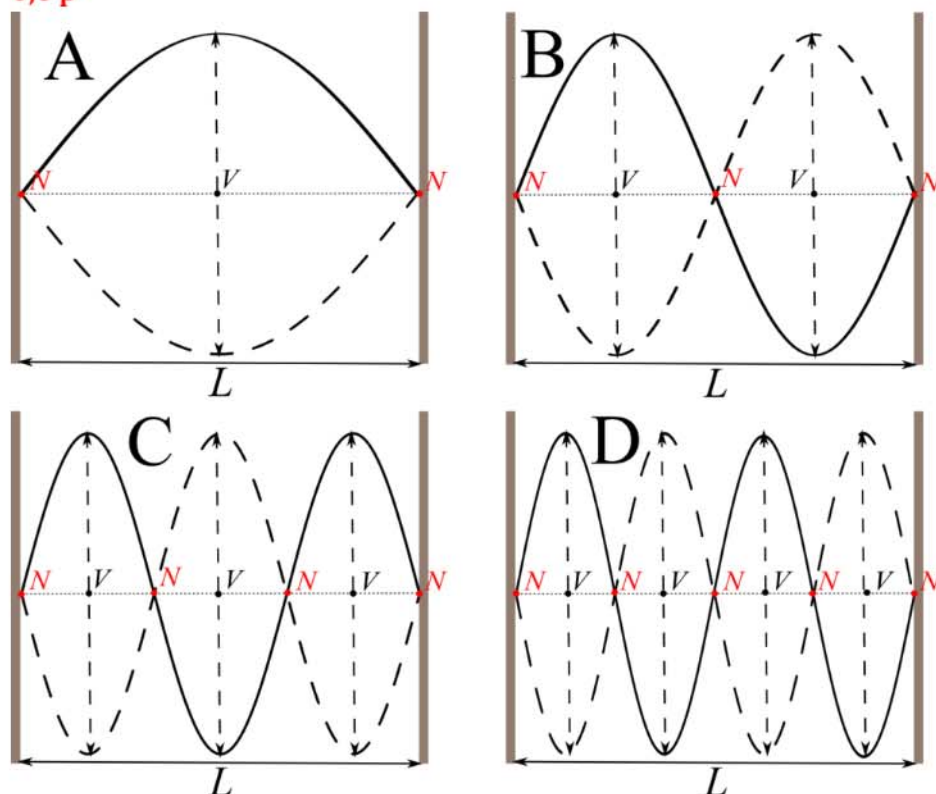




P7)

a)

0,6 p



Si els nodes no estan ben identificats es restarà 0,2 p.

Si els ventres no estan ben identificats es restarà 0,2 p.

0,1 p  $L = \frac{\lambda_A}{2} \Rightarrow \lambda_A = 2L = 0,800 \text{ m}$

0,1 p  $L = 2 \frac{\lambda_B}{2} \Rightarrow \lambda_B = L = 0,400 \text{ m}$

0,1 p  $L = 3 \frac{\lambda_C}{2} \Rightarrow \lambda_C = \frac{2}{3}L = 0,267 \text{ m}$

0,1 p  $L = 4 \frac{\lambda_D}{2} \Rightarrow \lambda_D = \frac{1}{2}L = 0,200 \text{ m}$

0,25 p  $v = \frac{\lambda_A}{T} = \lambda_A \cdot f_A = 0,8 \cdot 120 = 96 \text{ m/s}$

Aquest càlcul es pot fer amb qualsevol dels harmònics:

$$v = \lambda_B \cdot f_B = \lambda_C \cdot f_C = \lambda_D \cdot f_D = 96 \text{ m/s}$$

b)

0,65 p Si la longitud de la cavitat disminueix a la meitat, llavors les longituds d'ona també seran la meitat:

$$\lambda_A = 2L = 0,400 \text{ m}, \lambda_B = L = 0,200 \text{ m}, \lambda_C = \frac{2}{3}L = 0,133 \text{ m i } \lambda_D = \frac{1}{2}L = 0,100 \text{ m}.$$

0,6 p Com  $v = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$ , per tant les freqüències seran el doble:

$$f_A = 240 \text{ Hz}, f_B = 480 \text{ Hz}, f_C = 720 \text{ Hz i } f_D = 960 \text{ Hz}.$$



P8)

a)

**0,25 p**  $E_{\text{fotons}} = hf = h \frac{c}{\lambda} = 3,98 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,48 \text{ eV}$

Balanç d'energia:

**0,5 p**  $E_{C,\text{màx}} = hf + (-W_e)$

**0,4 p**  $E_{C,\text{màx}} = 2,48 - 1,20 = 1,28 \text{ eV}$  **0,1 p**

**Alternativament:**

**0,15 p**  $W_e = 1,20 \text{ eV} \frac{1,602 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 1,92 \times 10^{-19} \text{ J}$

**0,25 p**  $E_{C,\text{màx}} = 3,98 \times 10^{-19} - 1,92 \times 10^{-19} = 2,06 \times 10^{-19} \text{ J}$  **0,1 p**

**b) 1,25 p** L'energia cinètica dels electrons només depèn de la longitud d'ona de la llum incident, per tant, aquest paràmetre no canviarà.

L'únic efecte serà un augment del nombre d'electrons emesos, és a dir, augmentarà la intensitat de corrent que circula per la fotocèl·lula.