



## SÈRIE 5

### Criteris generals d'avaluació i qualificació

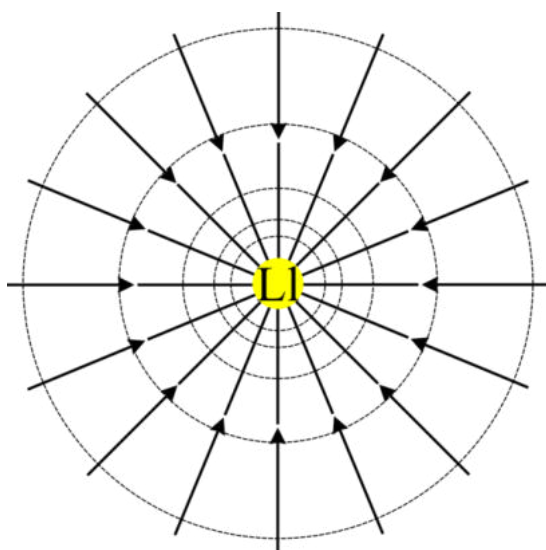
1. Les respostes s'han d'ajustar a l'enunciat de la pregunta. Es valorarà sobretot que l'alumnat demostrï que té clars els conceptes de caràcter físic sobre els quals tracta cada pregunta.
2. Es tindrà en compte la claredat en l'exposició dels conceptes, dels processos, dels passos a seguir, de les hipòtesis, 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 0,2 punts en la qualificació d'aquest apartat. Es consideren errors d'unitats: omitir 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 punt i s'ha equivocat en les unitats l'haurem de puntuar amb 0,8 punts.
8. Un o més errors de càlcul en un apartat restarà 0,2 punts en la qualificació d'aquest apartat. Exemple: si l'apartat (a) val 1 punt i s'ha equivocat en les càlculs l'haurem de puntuar amb 0,8 punts.
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** Cal dibuixar les línies de camp radials i distribuïdes uniformement.

**0,1 p** Cal indicar el sentit: de l'infinit cap a la Lluna.

**0,1 p** Les corbes equipotencials son circumferències concèntriques amb la Lluna.

**0,25 p** Quan ens allunyem de la Lluna, el potencial augmenta. Dues possibles justificacions:

$$V_g = -G \frac{M_{LL}}{r}, \text{ si } r \text{ augmenta llavors } G \frac{M_{LL}}{r} \text{ disminueix i el potencial augmenta.}$$

Les línies de camp indiquen la direcció en la que el potencial disminueix, llavors com que les línies de camp apunten cap a la Lluna, el potencial gravitatori disminueix quan ens acostem a la Lluna.

$$\mathbf{0,25 p} \quad g = -G \frac{M_{LL}}{r^2} \Rightarrow r = \sqrt{G \frac{M_{LL}}{g}}$$

$$\mathbf{0,2 p} \quad r = \sqrt{6,67 \times 10^{-11} \frac{7,35 \times 10^{22}}{1,306}} = 1,937 \times 10^6 \text{ m}$$

$$\mathbf{0,1 p} \quad d = r - R_{LL} = 1,937 \times 10^6 - 1,740 \times 10^6 = 1,97 \times 10^5 \text{ m}$$



b)

**0,65 p** Per escapar la gravetat de la Lluna, cal com a mínim que l'energia mecànica quan la distància a la Lluna és molt gran sigui zero. Com que el camp gravitatori és conservatiu l'energia mecànica a la superfície de la Lluna serà:

$$E_m = \frac{1}{2} M_{Nau} v^2 - G \frac{M_{Nau} M_{Ll}}{R_{Ll}} = 0$$

**0,6 p** Llavors l'energia cinètica que cal subministrar és:

$$E_c = \frac{1}{2} M_{Nau} v^2 = G \frac{M_{Nau} M_{Ll}}{R_{Ll}} = 6,67 \times 10^{-11} \frac{4,57 \times 10^4 \cdot 7,35 \times 10^{22}}{1,740 \times 10^6} = 1,29 \times 10^{11} \text{ J}$$

Una resolució alternativa seria:

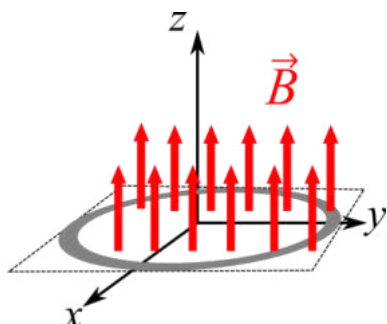
$$\mathbf{0,65 \text{ p}} \quad v_{esc} = \sqrt{2 G \frac{M_{Ll}}{R_{Ll}}} = 2374 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{0,6 \text{ p}} \quad E_c = \frac{1}{2} M_{Nau} v_{esc}^2 = 1,29 \times 10^{11} \text{ J}$$



P2)

a)



**0,5 p** Representació gràfica de l'espira i les línies de camp.

**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.

**0,25 p** Atès que la intensitat del camp magnètic dins de la bobina augmenta amb el temps, també augmentarà el flux de camp magnètic a través de la bobina. Per tant, s'induirà un corrent. Per que 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 en dir que la intensitat del camp magnètic varia.

b)

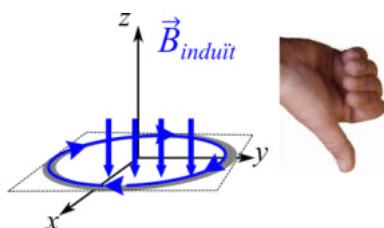
**0,35 p**  $\phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S = B \cdot \pi \cdot r^2$

**0,2 p**  $\phi_m = 0,014 \cdot t^2 \cdot \pi \cdot 0,25^2 = 2,75 \times 10^{-3} t^2$ , flux en weber i temps en segons.

Llei de Faraday:

**0,3 p**  $\varepsilon = \frac{d\phi_m}{dt} = 2 \cdot 2,75 \times 10^{-3} t = 5,50 \times 10^{-3} t$ , força electromotriu en volts i temps en segons.

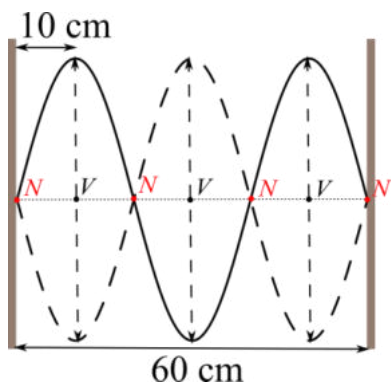
**0,4 p** Segons la llei de Lenz, el sentit del corrent induït serà tal que el camp magnètic induït s'oposarà a la variació del flux magnètic que el genera. Com la intensitat del camp magnètic dins l'espira augmenta, el camp magnètic induït tindrà un sentit oposat al camp magnètic exterior, per tant, segons la regla de la mà dreta el corrent circularà en el sentit indicat a la figura.





P3)

a)



**0,5 p** Si té 4 nodes, llavors es tracta del tercer harmònic.

$$\lambda = \frac{2}{3}L = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

També es pot raonar a partir del gràfic que a dins la cavitat hi han  $1,5 \lambda$ , és a dir que:  
 $L = 1,5 \lambda$ .

**0,4 p**  $v = \lambda f = 0,4 \cdot 200 = 80 \text{ m/s}$

**0,35 p**  $y(x, t) = A \cdot \sin kx \cdot \cos \omega t$

$$v(x, t) = \frac{dy(x, t)}{dt} = -A\omega \cdot \sin kx \cdot \sin \omega t$$

Al centre de la corda:  $A \cdot \sin kx = 2 \text{ cm}$

Llavors la velocitat màxima és:

$$v_{\max} = A\omega \sin kx = A \cdot \sin kx \cdot 2\pi f = 0,02 \cdot 2\pi \cdot 200 = 25,1 \text{ m/s}$$

Alternativament, també es pot argumentar que el moviment vertical en el centre de la corda és un MHS d'amplitud 2 cm, de manera que:

$$v_{\max} = A\omega = A2\pi f = 0,02 \cdot 2\pi \cdot 200 = 25,1 \text{ m/s}$$

b)

**0,65 p** A 10 cm, com s'indica al dibuix, tenim un ventre de l'ona. Llavors, en aquest punt l'amplitud és 2,00 cm.

**0,6 p** A 20 cm estem a una distància  $\lambda/2$  d'un node. Aleshores, ens trobem en un altre node i en aquest punt l'amplitud és de 0 cm.



P4)

a)

**1,25 p**  ${}^{40}_{19}\text{K} \rightarrow {}^{40}_{18}\text{Ar} + {}^0_1\text{e}^+ + \nu_e$

En aquest apartat es penalitzarà amb 0,25p l'omissió del neutrí.

**Alternativament** es pot escriure  ${}^0_1\beta$  o  ${}^0_1\text{e}$  enlloc de  ${}^0_1\text{e}^+$ .

b)

**0,25 p**  $m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$

**0,25 p**  $\frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}} \Rightarrow \lambda = -\frac{\ln 0,5}{T_{1/2}} = 5,55 \times 10^{-10} \text{ anys}^{-1}$

**0,1 p**  $\frac{m(t)}{m_0} = \frac{0,1}{0,84+0,1} = 0,106$

**0,4 p**  $\frac{m(t)}{m_0} = 0,106 = e^{-\lambda t} \Rightarrow t = -\frac{\ln 0,106}{\lambda} = 4,03 \times 10^9 \text{ anys}$

**Alternativament**

**0,25 p**  $m(t) = m_0 2^{-t/T_{1/2}}$

**0,1 p**  $\frac{m(t)}{m_0} = \frac{0,1}{0,84+0,1} = 0,106$

**0,65 p**  $\frac{m(t)}{m_0} = 0,106 = 2^{-t/T_{1/2}} \Rightarrow t = -T_{1/2} \frac{\ln 0,106}{\ln 2} = 4,03 \times 10^9 \text{ anys}$

**Alternativament**

**0,25 p**  $m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$

**0,1 p**  $\frac{m(t)}{m_0} = \frac{0,1}{0,84+0,1} = 0,106$

**0,4 p**  $\left. \begin{array}{l} 0,106 = e^{-\lambda t} \\ 0,5 = e^{-\lambda T_{1/2}} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\ln 0,106}{\ln 0,5} = \frac{t}{T_{1/2}}$

**0,25 p**  $t = T_{1/2} \frac{\ln 0,106}{\ln 0,5} = 4,03 \times 10^9 \text{ anys}$

Finalment:

**0,25 p**  $t = 4,03 \times 10^9 \text{ anys} > 3,2 \times 10^9 \text{ anys}$ , per tant, aquest meteorit ve de la Lluna.



P5)

a)

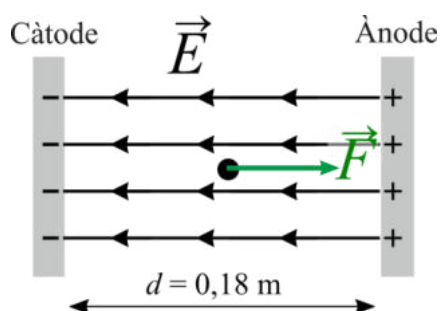
**0,25 p** Si els fragments s'acceleren des del càtode carregat negativament cap a l'ànode carregat positivament, llavors els fragments tenen càrrega negativa.

També es pot raonar indicant que el camp elèctric va de l'ànode al càtode i que les càrregues es mouen en el sentit oposat al camp.

**0,4 p**  $|\vec{E}| = \frac{\Delta V}{d} = \frac{115}{0,18} = 639 \text{ V/m} = 639 \text{ N/C}$

**0,35 p**  $|\vec{F}| = q \cdot E = 2,00 \times 10^{-18} \cdot 639 = 1,28 \times 10^{-15} \text{ N}$

**0,25 p**



b)

Dins l'aproximació que la força de fricció és negligible:

**0,65 p**  $m_{aprox} = \frac{|\vec{F}_e|}{|\vec{a}|} = \frac{1,28 \times 10^{-15}}{2,13 \times 10^{-2}} = 6,00 \times 10^{-14} \text{ kg}$

**0,6 p** Si tenim en compte la fricció:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F_e - F_{Fricció} = ma \Rightarrow m = \frac{F_e - F_{Fricció}}{a} = m_{aprox} - \frac{F_{Fricció}}{a}$$

Llavors, si tenim en compte la fricció, la massa del fragment serà menor que la massa que hem determinat anteriorment.



**P6)**

**a)**

**0,25 p**  $T = \frac{30}{6} = 5,00 \text{ s}$

**0,25 p**  $f = \frac{1}{T} = 0,20 \text{ Hz}$

**0,25 p**  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = 1,26 \text{ rad/s}$

**0,5 p** Si  $y$  és màxima quan  $t=0$ , llavors la fase inicial és  $0 \text{ rad}$ :

$y(t) = A \cos(\omega t) = 4 \cos(1,26 \cdot t)$ ,  $y$  en metres i  $t$  en segons.

Ó si  $y$  és màxima quan  $t=0$ , llavors la fase inicial és  $\pi/2 \text{ rad}$ :

$y(t) = A \sin(\omega t + \pi/2) = 4 \sin(1,26 \cdot t + \pi/2)$ ,  $y$  en metres i  $t$  en segons.

**b)**

**0,65 p**  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = \omega^2 m = 94,7 \text{ N/m}$

**0,4 p** al punt d'equilibri la suma de forces és zero,

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow mg = k\Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{mg}{k}$$

**0,1 p**  $\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{60 \cdot 9,81}{94,7} = 6,21 \text{ m}$

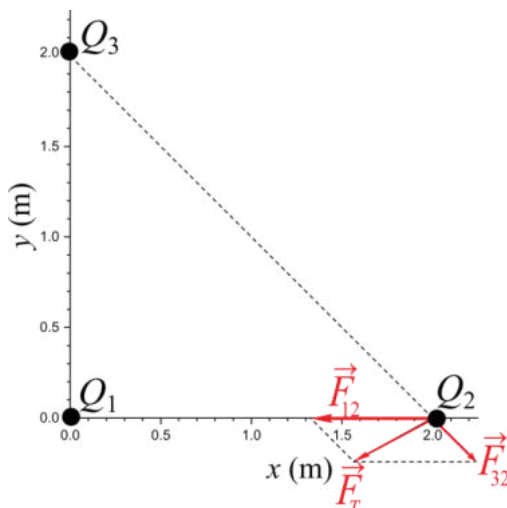
**0,1 p**  $l = l_0 + \Delta l = 30,0 + 6,21 = 36,21 \text{ m}$





P7)

a)



**0,25 p** No incloure les etiquetes es penalitzarà amb 0,1 p, no incloure les unitats es penalitzarà en 0,1 p.

No escalar correctament els eixos es penalitzarà amb 0,1 p.

En cap cas, aquesta part tindrà una puntuació negativa.

**0,25 p**  $|\vec{F}_{12}| = k \frac{|Q_1 Q_2|}{r_{12}^2} = 8,99 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-6} \cdot 2 \times 10^{-6}}{(2)^2} = 13,5 \times 10^{-3} \text{ N}$

$$\vec{F}_{12} = -13,5 \times 10^{-3} \text{ N } \vec{i}$$

**0,25 p**  $|\vec{F}_{32}| = k \frac{|Q_3 Q_2|}{r_{32}^2} = 8,99 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-6} \cdot 2 \times 10^{-6}}{(2\sqrt{2})^2} = 6,74 \times 10^{-3} \text{ N}$

$$\vec{F}_{32} = 6,74 \times 10^{-3} \text{ N } (\cos(45) \vec{i} - \sin(45) \vec{j}) = 4,77 \times 10^{-3} \text{ N } (\vec{i} - \vec{j})$$

**0,25 p**  $\vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} = 10^{-3} \text{ N } (-8,72 \vec{i} - 4,77 \vec{j})$

$$|\vec{F}_T| = \sqrt{F_{T,x}^2 + F_{T,y}^2} = 10^{-3} \text{ N } \sqrt{8,72^2 + 4,77^2} = 9,93 \times 10^{-3} \text{ N}$$

**0,25 p** No es puntuarà si no es dibuixen les forces o es dibuixen incorrectament el sentit o la direcció de qualsevol força.



b)

**0,25 p**  $V = k \frac{Q_1}{r_1} + k \frac{Q_2}{r_2} + k \frac{Q_3}{r_3}$

**0,1 p**  $r_1 = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2\sqrt{2} \text{ m}, r_2 = r_3 = 2 \text{ m}$

**0,25 p**  $V = 8,99 \times 10^9 \frac{-3 \times 10^{-6}}{2\sqrt{2}} + 8,99 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-6}}{2} + 8,99 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-6}}{2} = -9540 + 8990 + 13485 = 12940 \text{ V}$

**0,65 p**  $W_{Apl} = -W_{Camp} = q\Delta V = 5 \times 10^{-6}(12940 - 0) = 0,0647 \text{ J} = 6,47 \times 10^{-2} \text{ J}$

Un error en el signe descomptarà 0,25 p.



P8)

a)

**0,65 p** La dualitat ona-corpúscle o ona-partícula, la llum és alhora una ona electromagnètica i una partícula, el fotó.

**0,6 p**  $W_e = hf_{\text{llindar}} = 6,63 \times 10^{-34} \cdot 4,39 \times 10^{14} = 2,91 \times 10^{-19} \text{ J} = 1,82 \text{ eV}$

b)

En aquest apartat no cal donar els resultats en J i eV, és suficient una sola d'aquestes unitats.

**0,5 p** S'arrenquen electrons atès que la freqüència dels fotons és superior a la freqüència:

$$f = \frac{c}{\lambda} = 7,14 \times 10^{14} \text{ Hz} > 4,39 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

Alternativament es pot fer un raonament energètic: s'arrenquen electrons atès que l'energia dels fotons és més gran que el treball d'extracció:

$$E_{\text{fotons}} = hf = h \frac{c}{\lambda} = 4,74 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,96 \text{ eV}$$

Balanç energètic:

**0,25 p**  $E_C = E_{\text{fotons}} - W_e = 1,82 \times 10^{-19} \text{ J} = 1,14 \text{ eV}$

**0,1 p**  $v = \sqrt{2 \frac{E_C}{m_e}} = 6,33 \times 10^5 \text{ m/s}$

**0,15 p**  $p = m_e v = 5,77 \times 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

**0,25 p**  $\lambda_e = \frac{h}{p} = 1,15 \times 10^{-9} \text{ m}$