

**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 l'alumne ha resolt un problema per un altre procediment vàlid diferent del descrit en aquestes pautes, la resolució es considera vàlida.*
7. *Els errors d'unitats o el fet de no posar-les restaran el 20% de la puntuació d'aquest apartat. Exemple: si l'apartat (a) val 1 punt i s'ha equivocat en les unitats l'haurem de puntuar amb 0,8 punts.*
8. *Cal resoldre els exercicis fins al resultat final i no es poden deixar indicades les operacions. Tanmateix, els errors en el càlcul restaran el 20% de la puntuació 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 fer la substitució numèrica en les expressions que s'utilitzen per resoldre les preguntes.*
10. *Un resultat amb un nombre molt elevat de xifres significatives (6 xifres significatives) es penalitzarà amb 0,1p.*

## PART COMUNA

P1)

a)

**0.1 p**  $F = ma$

**0.4 p** 
$$\begin{cases} \frac{GMm}{R^2} = m\omega^2 R = m \frac{4\pi^2}{T^2} R \\ GMT^2 = 4\pi^2 R^3 \\ T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{GM}} \end{cases}$$

**0.3 p**  $R = 400 \cdot 10^3 + 3,38 \cdot 10^6 = 3,78 \times 10^6 m$

**0.2 p**  $T = 7,062 \times 10^3 s$

b)

**0.2 p** 
$$\begin{cases} \frac{GMm}{R_M^2} = mg \\ g = \frac{GM}{R_M^2} \end{cases}$$

**0.1 p**  $R_M = 3,38 \cdot 10^6 m$

**0.2 p**  $g = 3,75 m/s^2$

**0.2 p**  $v^2 = v_0^2 + 2gh$

**0.1 p**  $h = 3700 m$

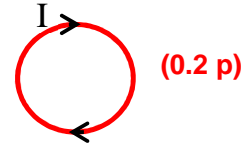
**0.2 p**  $v = \sqrt{0 + 2 \cdot 3,75 \cdot 3700} = 166,6 m/s$

P2)

a)

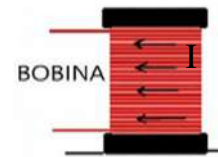
Cal que a la superfície superior de la bobina hi hagi un pol SUD (0.3 p) per tal que atregui el pol NORD de l'imant. El sentit del corrent a la bobina es pot descriure de diferents maneres, ambdues es donaran com a correctes

- ✓ Vist des de dalt, el corrent girarà en sentit horari (vist des de sota en sentit antihorari).

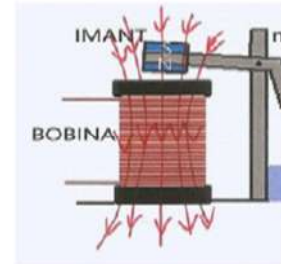


O bé,

- ✓ tal com s'indica a la figura (orientada com a l'enunciat):



- 0.5 p Les línies del camp magnètic es representen al dibuix

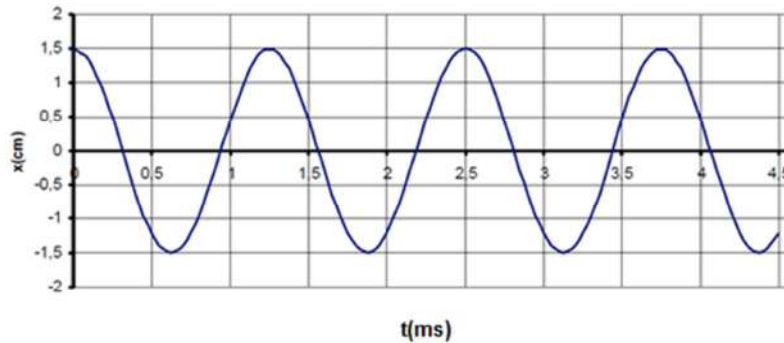


b)

- 0.4 p b1) Augmentaria el camp magnètic produït per la bobina, que atrauria l'imant amb MÉS força.
- 0.3 p b2) En augmentar la permeabilitat magnètica, augmentaria el camp magnètic produït per la bobina, que atrauria l'imant amb MÉS força.
- 0.3 p b3) El camp magnètic canviaria de sentit molt ràpidament. L'imant serà successivament atret i repel·lit (potser observariem una vibració amb la freqüència del corrent altern).

## OPCIÓ A

## P3)



## a)

Del gràfic es pot extraure:  $T=1,25$  ms (**0.1 p**),  $A=1.5$  cm (**0.1 p**)

**0.1 p**  $f = \frac{1}{T} = 800 \text{ s}^{-1}$

**0.1 p**  $v = \lambda f = 160 \text{ ms}^{-1}$

**0.2 p**  $y(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$

Si s'usa la funció cosinus,  $\varphi_0 = 0$ . Si s'usa la funció sinus, aleshores

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \quad \text{o bé} \quad \varphi_0 = -\frac{3\pi}{2} \text{ rad} .$$

**0.1 p**  $\omega = 2\pi f = 1600\pi \text{ rad/s}$

**0.1 p**  $k = \frac{2\pi}{\lambda} = 10\pi \text{ rad/m}$

**0.2 p**  $y(x, t) = 1.5 \text{ cm} \cos\left(1600\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} t - 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{m}} x\right)$

També serien vàlides expressions equivalents (amb sinus, amb  $A$  en metres, traient el  $\pi$  factor comú, escrivint  $\omega = 5027 \text{ rad/s}$  i  $k = 31,4 \text{ rad/m}$ , etc.

## b)

**0.4 p**  $v_y(x, t) = \frac{dy}{dt} = -A\omega \sin(\omega t - kx + \varphi_0)$

**0.6 p** Quan el valor de la fase  $(\omega t - kx + \varphi_0)$  va prenent tots els valors possibles, el seu sinus varia entre  $-1$  i  $+1$ . El valor màxim de la velocitat és  $A\omega$ .

P4)

a)

$$0.4 \text{ p } U = k \frac{q_- \cdot q_+}{r}$$

$$-9,76 \times 10^{-19} = 8,99 \times 10^9 \cdot \frac{(-1,6 \times 10^{-19}) \cdot 1,6 \times 10^{-19}}{r}$$

$$0.6 \text{ p } r = 2,36 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.236 \text{ nm}$$

b) El treball extern per a separar els dos ions (contra el treball fet per la força de atracció mútua) és de  $9,76 \times 10^{-19} \text{ J}$ . (0.4 p)

(\*) Si el camp elèctric aplicat i el desplaçament estan a la mateixa direcció i sentit, el treball per a superar la força del camp aplicat és:

$$W_{ext} = qEd = 1,6 \times 10^{-19} \cdot 50 \cdot 0,02 = -1,6 \times 10^{-19} \text{ J} \text{ (0.4 p)}$$

i el treball total és:

$$W_{ext,total} = 9,76 \times 10^{-19} - 1,6 \times 10^{-19} = 8,16 \times 10^{-19} \text{ J} \text{ (0.2 p)}$$

(\*\*) Si el camp elèctric aplicat sobre el ió  $\text{Na}^+$  i el desplaçament estan a la mateixa direcció però sentit contrari, el treball per a superar la força del camp aplicat és:

$$W_{ext} = qEd = 1,6 \times 10^{-19} \cdot 50 \cdot 0,02 = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J} \text{ (0.4 p)}$$

i el treball total és:

$$W_{ext,total} = 9,76 \times 10^{-19} + 1,6 \times 10^{-19} = 1,136 \times 10^{-18} \text{ J} \text{ (0.2 p)}$$

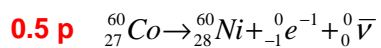
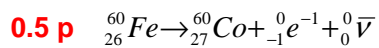
Es donaran per vàlides les dues respostes (\*) ó (\*\*)

**P5)****a)****0.5 p** Dels nuclis presents a l'origen de la Terra, no en quedarà cap.

$$\frac{N}{N_0} = 2^{(-t/t_{1/2})} = 2^{(-4400/2,6)} \approx 0$$

**0.5 p** Dels nuclis generats fa 13 milions d'anys:

$$\frac{N}{N_0} = 2^{(-t/t_{1/2})} = 2^{(-13/2,6)} = 0,03125 \Rightarrow 3,1\%$$

**b)**Alternativament es pot indicar l'electró o partícula beta amb el símbol  $\beta$ **Restarem 0.2 p** si no escriuen els antineutrins

## OPCIÓ B

## P3)

## a)

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

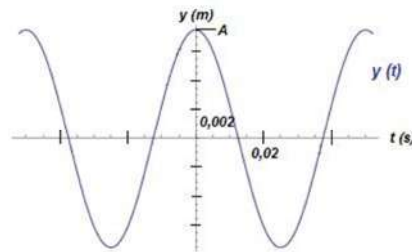
**0.2 p**  $A = \frac{15 \times 10^{-3}}{2} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ m}$

**0.2 p**  $\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{1200}{60} = 40\pi \text{ rad/s}$

**0.2 p**  $y(0) = A \sin \varphi_0 = A \rightarrow \sin \varphi_0 = 1 \rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$

**0.1 p**  $y(t) = 7,5 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \sin\left(40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} t + \frac{\pi}{2}\right)$

També serà vàlida l'expressió amb cosinus ( $\varphi_0 = 0$ )

**0.2 p**

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{40\pi} = 0,05 \text{ s}$$

## b)

**0.4p**  $v(t) = \frac{dy}{dt} = A\omega \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

El valor màxim de la velocitat s'obté quan el cosinus val 1 i el de l'acceleració quan el sinus és -1.

**0.3 p**  $v_{\max} = A\omega = 7,5 \times 10^{-3} \cdot 40\pi = 0,94 \text{ ms}^{-1}$

**0.3 p**  $a_{\max} = A\omega^2 = 7,5 \times 10^{-3} \cdot (40\pi)^2 = 118 \text{ ms}^{-2}$

No és necessària la demostració dels valors màxims

P4)

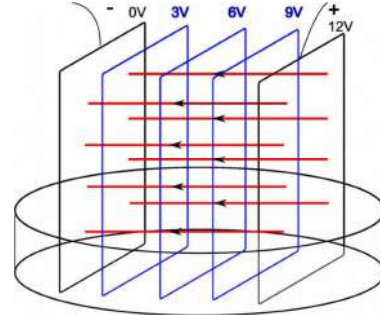
a)

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

0.5 p

$$E = \frac{12}{0,06} = 200 \text{ V/m}$$

0.2 p Camp elèctric dirigit cap a l'esquerra.



0.3 p

Els estudiants poden indicar un nombre diferent de superfícies equipotencials, superior a 1, respectant l'equidistància.

b)

$$0.2 \text{ p } W_{ext} = q\Delta V$$

$$0.6 \text{ p } \Delta V = 12 - 7 = 5V$$

$$0.2 \text{ p } W_{ext} = 0,1 \times 10^{-6} \cdot 5 = 5 \times 10^{-7} \text{ J}$$

P5)

a)

$$0.2 \text{ p } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$0.2 \text{ p } \lambda = \frac{\ln 2}{600} = 1,155 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$0.2 \text{ p } N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$0.4 \text{ p } N(t = 3600s) = 10^{10} e^{-1,155 \times 10^{-3} \cdot 3600} = 1,56 \times 10^8 \text{ nuclis}$$

b)

$$0.4 \text{ p } A(t) = \lambda \cdot N(t)$$

$$0.6 \text{ p } A(t = 7200) = 1,16 \times 10^{-3} \cdot \underbrace{10^{10} e^{-1,155 \times 10^{-3} \cdot 7200}}_{2,36 \times 10^6} = 2,82 \times 10^3 \text{ Bq}$$



## 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 l'alumne ha resolt un problema per un altre procediment vàlid diferent del descrit en aquestes pautes, la resolució es considera vàlida.
7. Els errors d'unitats o el fet de no posar-les restaran el 20 % de la puntuació d'aquest apartat. Exemple: Si un apartat val 1 punt i s'ha equivocat en les unitats li haurem de puntuar 0,8 punts.
8. Cal resoldre els exercicis fins al resultat final i no es poden deixar indicades les operacions. Tanmateix, els errors en el càlcul restaran el 20% de la puntuació d'aquest apartat. Exemple: Si un apartat val 1 punt i s'ha equivocat en les càlculs li haurem de puntuar 0,8 punts.
9. Cal fer la substitució numèrica a les expressions que s'usen per resoldre les preguntes.

## PART COMUNA

P1)

a)

$$0.2 \text{ p} \quad F = G \frac{Mm}{R^2}$$

$$0.4 \text{ p} \quad g = \frac{F}{m} = G \frac{M}{R^2}$$

$$0.4 \text{ p} \quad g = 1,93 \times 10^{12} \text{ Nkg}^{-1} \text{ (ó ms}^{-2}\text{)}$$

b)

0.2 p La deducció es basa en el principi de conservació de l'energia mecànica.

0.4 p L'energia mecànica a l'infinit és zero.

$$\left. \begin{array}{l} E = U + K \\ E(\text{sup. estrella}) = E(\infty) = 0 \end{array} \right\} \text{velocitat mínima d'escapament} \rightarrow E = 0 = \frac{1}{2}mv^2 - G \frac{Mm}{R}$$

$$0.2 \text{ p} \quad v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$0.2 \text{ p} \quad v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \times 10^{-11} \cdot 2,9 \times 10^{30}}{10 \times 10^3}} = 1,97 \times 10^8 \text{ m/s}$$

P2)

a)

**0.2 p**  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{9}{4} = 2,25m$

**0.4 p** 
$$\begin{cases} y(x,t) = A \sin(\omega t - kx + \phi_0) \\ \phi_0 = 0 \\ \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ rad / s} \\ k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{9} \text{ m}^{-1} \end{cases}$$

**0.4 p**  $y(x,t) = 0,3m \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{9}x\right)$

b)

**0.5 p**  $\Delta\phi = \left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{9}x_2\right) - \left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{9}x_1\right) =$

**0.5 p**  $= \frac{2\pi}{9}(x_1 - x_2) = \frac{2\pi}{9}4 = \frac{8\pi}{9} \text{ rad}$

## OPCIÓ A

P3)

a)

$$0.2 \text{ p} \quad c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 7,50 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$0.2 \text{ p} \quad E_{\text{fotó}} = hf = 6,63 \times 10^{-34} \cdot 7,50 \times 10^{14} = 4,97 \times 10^{-19} \text{ J} \quad 0.2 \text{ p}$$

$$0.2 \text{ p} \quad p = \frac{E_{\text{fotó}}}{c} = \frac{4,97 \cdot 10^{-19}}{3,00 \cdot 10^8} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg ms}^{-1} \quad 0.2 \text{ p}$$

b)

$$0.3 \text{ p} \quad \frac{h \cdot c}{\lambda} = pc \Rightarrow \lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{3,31 \cdot 10^{-25}} = 2,00 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 2 \text{ nm} \quad 0.3 \text{ p}$$

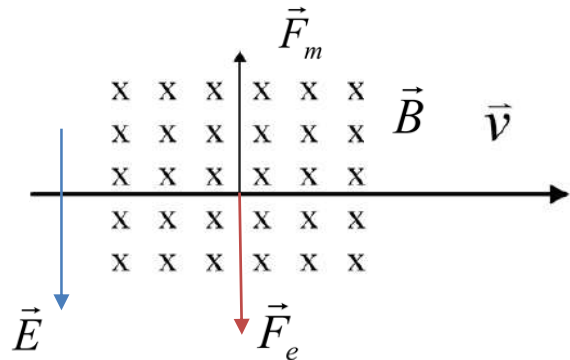
0.4 p Relació =  $\frac{2}{400} \approx 5 \times 10^{-3}$  és a dir, la resolució del microscopi electrònic es 200 vegades més gran que la resolució del microscopi òptic.

P4)

a)

0.3 p

Si l'ió no es desvia de la trajectòria rectilínia, s'ha de complir que la resultant de forces sigui zero sobre l'ió He, la **força elèctrica** ha de tenir el mateix mòdul que la força magnètica i sentit oposat.



0.1 p

I atès que l'ió és positiu, el **camp elèctric** tindrà el mateix sentit que la força elèctrica.

0.2 p

$$\vec{E} = -2,00 \cdot 10^5 \vec{j} \text{ N/C}$$

0.2 p

$$F_m = F_e$$

$$qvB = qE$$

0.2 p

$$B = \frac{E}{v} = \frac{2,00 \times 10^5}{3,2 \times 10^5} = 0,625 \text{ T}$$

b)

0.4 p

$$F_m = ma_c$$

0.2 p

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \rightarrow R = \frac{mv^2}{qvB} = \frac{mv}{qB}$$

0.4 p

$$R = \frac{6,68 \times 10^{-27} \cdot 3,2 \times 10^5}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,625} = 0,0214 \text{ m}$$

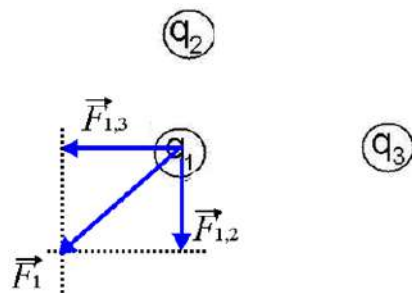
P5)

$$0.2 \text{ p} \quad |\vec{F}_{1,3}| = k \frac{q_1 q_3}{d_2^2} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{1,00 \times 10^{-6} \cdot 12,00 \times 10^{-6}}{(4,00)^2} = 6,74 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$0.2 \text{ p} \quad |\vec{F}_{1,2}| = k \frac{q_1 q_2}{d_1^2} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{1,00 \times 10^{-6} \cdot 3,00 \cdot 10^{-6}}{(2,00)^2} = 6,74 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$0.2 \text{ p} \quad |\vec{F}_1| = \sqrt{(6,74 \times 10^{-3})^2 + (6,74 \times 10^{-3})^2} = 9,54 \times 10^{-3} \text{ N}$$

0.4 p



b)

$$0.2 \text{ p} \quad V_p = V_{p1} + V_{p2} + V_{p3} = k \frac{q_1}{\sqrt{(d_1^2 + d_2^2)}} + k \frac{q_2}{d_2} + k \frac{q_3}{d_1}$$

0.3 p

$$V = 8,99 \cdot 10^9 \left( \frac{1,00 \times 10^{-6}}{\sqrt{(2,00^2 + 4,00^2)}} + \frac{3,00 \times 10^{-6}}{4,00} + \frac{12,00 \times 10^{-6}}{2,00} \right) = 6,27 \times 10^4 \text{ V}$$

0.2 p

$$U = U_{12} + U_{13} + U_{23} = k \frac{q_2 q_3}{\sqrt{(d_1^2 + d_2^2)}} + k \frac{q_1 q_2}{d_1} + k \frac{q_1 q_3}{d_2}$$

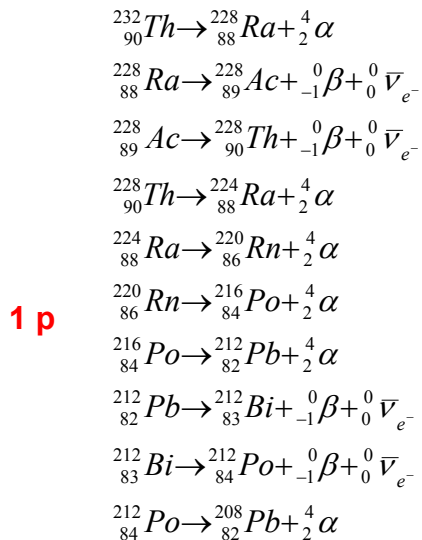
0.3 p

$$U = 8,99 \times 10^9 \left( \frac{3,00 \times 10^{-6} \cdot 12,00 \times 10^{-6}}{\sqrt{(2,00^2 + 4,00^2)}} + \frac{1,00 \cdot 10^{-6} \cdot 3,00 \times 10^{-6}}{2,00} + \frac{1,00 \times 10^{-6} \cdot 12,00 \times 10^{-6}}{4,00} \right) = 0,113 \text{ J}$$

## OPCIÓ B

P3)

a)



Es consideren mal plantejades aquelles reaccions en les quals falta algun dels termes i per tant **es restaran 0.1 p** en cadascuna de les reaccions mal plantejades.

b)

$$T_{1/2} = 1,4 \times 10^{10} \text{ anys}$$

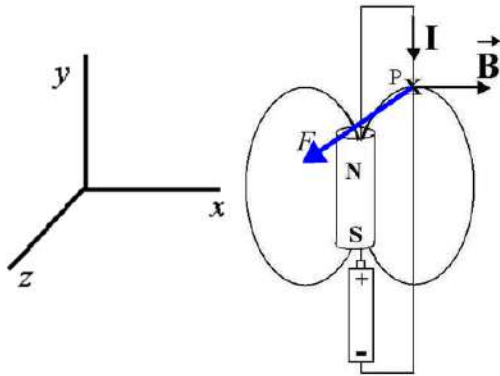
**0.2 p**  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

**0.4 p**  $0,5 N_0 = N_0 e^{-\lambda \cdot 1,4 \times 10^{10}} \Rightarrow \lambda = -\frac{\ln 0,5}{1,4 \times 10^{10}} = 4,95 \times 10^{-11} \text{ anys}^{-1}$

**0.4 p**  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t} = e^{-4,95 \times 10^{-11} \cdot 2 \times 10^{10}} = 0,37 = 37\%$

P4)

a)



El vector camp magnètic és tangent a la línia de camp (direcció x). **0.5 p**

El sentit de la força que actua sobre el fil determina el sentit de gir. **(0.2 p)**

El sentit de la força magnètica és perpendicular al pla format pel camp magnètic i la intensitat (cal avaluar el producte vectorial entre la intensitat i el camp magnètic). Segons el sistema de referència adjunt, la força "surts del pla del paper" (direcció z). **0.3 p**

b)

$$\mathbf{0.5 p} \quad \vec{F} = I(\vec{l} \wedge \vec{B}) \Rightarrow F = I l B \sin 90^\circ = 10 \cdot 0,01 \cdot 0,1 = 0,01 N \quad \mathbf{0.5 p}$$

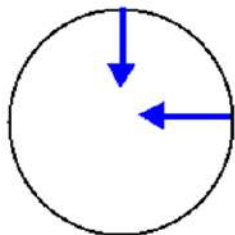


P5)

a)

$$0.1 \text{ p} \quad F_e = k \frac{q_p q_e}{r^2} = 8,99 \times 10^9 \frac{(1,6 \times 10^{-19})^2}{(53 \times 10^{-12})^2} = 8,19 \times 10^{-8} \text{ N} \quad 0.2 \text{ p}$$

0.4 p



$$0.1 \text{ p} \quad E = \frac{F}{q_e} = \frac{8,19 \times 10^{-8}}{1,6 \times 10^{-19}} = 5,12 \times 10^{11} \text{ N/C} \quad 0.2 \text{ p}$$

b)

$$0.1 \text{ p} \quad E = K + U$$

$$0.2 \text{ p} \quad \left. \begin{array}{l} K = \frac{1}{2} m v^2 \\ F_e = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow m v^2 = r F_e \end{array} \right\} K = \frac{1}{2} r F_e$$

$$0.2 \text{ p} \quad K = \frac{1}{2} 53 \times 10^{-12} \cdot 8,19 \times 10^{-8} = 2,17 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$0.1 \text{ p} \quad U = k \frac{q_p q_e}{r} = 8,99 \times 10^9 \frac{1,6 \times 10^{-19} (-1,6 \times 10^{-19})}{53 \times 10^{-12}} = -4,34 \times 10^{-18} \text{ J} \quad 0.2 \text{ p}$$

$$0.2 \text{ p} \quad E = 2,17 \times 10^{-18} - 4,34 \times 10^{-18} = -2,17 \times 10^{-18} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \times 10^{-19}} = -13,6 \text{ eV}$$