



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 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

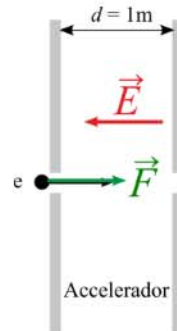
P1)

a)

0,3 p $\Delta V = \frac{E_C}{e} = \frac{1000 \text{ eV}}{e} = 1000 \text{ V}$

0,4 p $|\vec{E}| = \frac{\Delta V}{d} = 1000 \text{ V/m} = 1000 \text{ N/C}$

0,3 p Els electrons parteixen del repòs, de manera que descriuen una trajectòria rectilínia i la força té la mateixa direcció i sentit que el desplaçament de la càrrega. Com que la càrrega de l'electró és negativa, el sentit d' $\vec{E}$ és l'oposat del de la força $\vec{F}$.



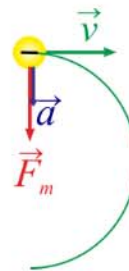
b)

0,3 p $E_C = 1000 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-16} \text{ J}$

$E_C = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,602 \times 10^{-16}}{9,11 \times 10^{-31}}} = 1,875 \times 10^7 \text{ m/s}$

0,4 p $|\vec{F}| = e \cdot v \cdot B \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 4,51 \times 10^{-13} \text{ N}$

0,3 p És necessari que en la justificació o es faci un esquema de les forces i de la trajectòria o s'indiqui que la força magnètica és perpendicular a la velocitat, per tant, només hi ha la component normal de l'acceleració. A més, aquesta acceleració és de mòdul constant, per tant, la trajectòria serà circular.



P2)

a)

La segona llei de Newton estableix que: $\vec{F} = m\vec{a}$ **0,1 p.**

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

$F = G \frac{mM_T}{r^2}$ **0,2 p**

Per tant, obtenim que: $a = G \frac{M_T}{r^2}$ **0,1 p**

D'altra banda, considerant que el satèl·lit descriu un moviment circular uniforme al voltant de la terra, la seva acceleració centrípeta és: $a = \frac{v^2}{r}$ o $a = \omega^2 r$ **0,1 p**, i la velocitat es

pot expressar com $v = \frac{2\pi r}{T}$ o $\omega = \frac{2\pi}{T}$ **0,1 p**

Per tant: $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_T}}$ **0,1 p**

D'altra banda, $r = (530 + 6370) \times 1000 = 6,9 \times 10^6 \text{ m}$ **0,1 p**

Llavors: $T = 2\pi \sqrt{\frac{(6,9 \times 10^6)^3}{6,67 \times 10^{-11} \cdot 5,98 \times 10^{24}}} = 5700 \text{ s}$ **0,1 p**

I el nombre de voltes és $\frac{86400}{5700} = 15,15$, voltes senceres = 15 **0,1 p**

b)

Intensitat del camp gravitatori a l'òrbita del satèl·lit $g = G \frac{M_T}{r^2} = 8,38 \text{ m/s}^2$ **0,5 p**

$Pes = mg = 10,9 \text{ N}$ **0,5 p**



OPCIÓ A

P3)

a)

0,1 p $T = \frac{62,8}{20} = 3,14 \text{ s}$

0,3 p $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2 \text{ rad/s}$

0,4 p $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow m_T = \frac{k}{\omega^2} = \frac{320}{4} = 80 \text{ kg}$

0,2 p $m = m_T - 2 = 78 \text{ kg}$

b)

0,1 p $T = \frac{121}{20} = 6,05 \text{ s}$

0,3 p $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow g = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 L = \left(\frac{2\pi}{6,05}\right)^2 1,5 = 1,62 \text{ m/s}^2$

Intensitat del camp gravitatori a la lluna:

0,4 p $g = G \frac{M_{Lluna}}{R_{Lluna}^2} \Rightarrow M_{Lluna} = g \frac{R_{Lluna}^2}{G} = 1,62 \frac{(1,737 \times 10^6)^2}{6,67 \times 10^{-11}} = 7,32 \times 10^{22} \text{ kg}$ **0,2 p**

P4)

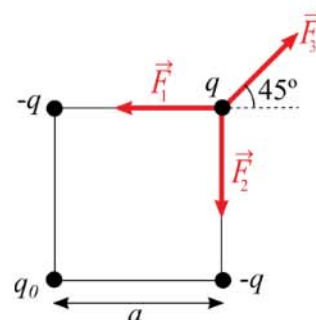
a)

0,1 p $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = k \frac{q^2}{a^2} = \frac{8,99 \times 10^9 (10^{-5} \text{ C})^2}{(0,015)^2} = 4000 \text{ N}$

0,1 p $|\vec{F}_3| = k \frac{q \cdot q_0}{2a^2}$

0,5 p $\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \begin{cases} -|\vec{F}_1| + |\vec{F}_3| \cos(45) = 0 \\ -|\vec{F}_2| + |\vec{F}_3| \sin(45) = 0 \end{cases} \Rightarrow |\vec{F}_3| = \frac{8000}{\sqrt{2}} \text{ N}$

0,1 p $q_0 = \frac{2a^2}{k \cdot q} \frac{8000}{\sqrt{2}} = 2,83 \times 10^{-5} \text{ C} = 28,3 \text{ } \mu\text{C}$ **0,2 p**



0, alternativament,

0,1 p $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = k \frac{q^2}{a^2}$

0,1 p $|\vec{F}_3| = k \frac{q \cdot q_0}{2a^2}$

0,5 p $\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \begin{cases} -|\vec{F}_1| + |\vec{F}_3| \cos(45) = 0 \\ -|\vec{F}_2| + |\vec{F}_3| \sin(45) = 0 \end{cases} \Rightarrow |\vec{F}_3| = \frac{2}{\sqrt{2}} k \frac{q^2}{a^2} \text{ N}$

0,1 p $q_0 = \frac{4}{\sqrt{2}} q = 2,83 \times 10^{-5} \text{ C} = 28,3 \text{ } \mu\text{C}$ **0,2 p**

b)

0,1 p per totes les càrregues $d = \frac{\sqrt{2}}{2} a = 1,06 \text{ cm} = 1,06 \times 10^{-2} \text{ m}$

0,2 p $V = -k \frac{q}{d} - k \frac{q}{d} + k \frac{q}{d} + k \frac{q_0}{d} = k \frac{(q_0 - q)}{d} = 1,55 \times 10^7 \text{ V}$ **0,2 p**

0,5 p $W_{Apl} = -W_{Camp} = q\Delta V = 5 \times 10^{-7} (1,55 \times 10^7 - 0) = 7,75 \text{ J}$

Un error en el signe descomptarà 0,2 p.



P5)

a)

0,2 p 2_1H , deuteri, 1 protó i 1 neutró

0,2 p 3_1H , triti, 1 protó i 2 neutrons

0,2 p 4_2He , heli, 2 protons i 2 neutrons

0,4 p ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$

b)

Disminució de la massa:

0,5 p $\Delta m = [m({}^2_1H) + m({}^3_1H)] - [m({}^4_2He) + m({}^1_0n)] = 3,14 \times 10^{-29} \text{kg}$

0,5 p $E = \Delta mc^2 = 3,14 \times 10^{-29} \times (3,00 \times 10^8)^2 = 2,82 \times 10^{-12} \text{J}$



OPCIÓ B

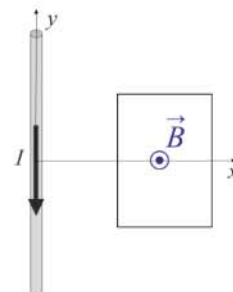
P3)

a)

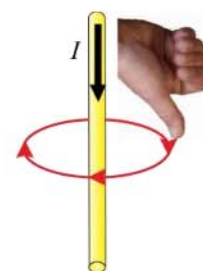
0,5 p

Les línies de camp magnètic són perpendiculars al pla de l'espira i sentit cap en fora del paper.

Cal justificar la direcció indicant que han de ser perpendiculars al corrent i al vector posició, i que el sentit es determina a partir de la regla de la mà dreta.



També s'accepta un esquema del camp magnètic com el que apareix en el dibuix, on es representa el camp magnètic com a tangent a una circumferència centrada al fil i continguda al pla perpendicular a la direcció del fil. En qualsevol cas, s'ha d'indicar com s'obté el sentit del camp magnètic.



Finalment, també es pot deduir a partir de: $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\frac{Id\vec{l} \times \vec{u}_r}{r^2} \right]$ indicant que tots els elements generen un camp en el mateix sentit i direcció.

0,5 p No, atès que el camp magnètic s'afebleix amb la distància. Com a justificació, n'hi ha prou a dir que la intensitat de camp magnètic disminueix quan ens allunyem de les fonts de camp.

Alternativament, també es pot donar la relació del camp creat per un fil infinit i indicar que és inversament proporcional a la distància:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

b)

0,5 p El camp magnètic és proporcional a la intensitat que circula pel fil, per tant, el flux de camp magnètic també és proporcional a la intensitat.

Perquè hi hagi un corrent induït cal que el flux de camp magnètic variï en el temps, per tant, quan el corrent és constant, també ho serà el flux i el corrent induït serà nul:

- de 0 a 20s el corrent augmenta, hi haurà un corrent induït
- de 20 a 80 s el corrent roman constant, no hi haurà corrent induït
- de 80 a 120 s el corrent disminueix, hi haurà corrent induït.

0,5 p La força electromotriu és la derivada temporal del flux, per tant, com més ràpid variï el corrent, més gran serà la derivada temporal i més intens el corrent induït. En el tram de 0 a 20s el corrent augmenta a un ritme constant de 0,05 A/s, mentre que en el darrer tram de 80 a 120 disminueix a un ritme de 0,025 A/s. Com que el ritme és més gran en el primer tram, el corrent induït també serà més intens en el tram de 0 a 20 s.

També es considerarà correcte si es determina correctament (i es justifica) el sentit del corrent induït en tots dos casos, i es dona com a correcte un dels resultats basant-se en el signe del corrent, és a dir, es dona com a valor més gran el positiu respecte el negatiu enlloc de basar-se en la magnitud del corrent.



P4)

a)

0,4 p Cal identificar 3 ventres i 4 nodes. Si manquen els dos nodes dels extrems es restarà 0,1 p.

0,3 p Del gràfic: $L = 1,5\lambda \Rightarrow \lambda = 0,467 \text{ m}$

Alternativament, la longitud d'ona de l'harmònic n és:

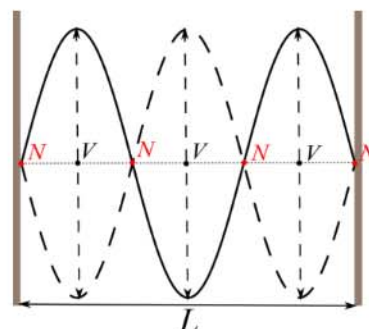
$$\lambda = \frac{2}{n}L$$

Per tant, per al tercer harmònic:

$$\lambda = \frac{2}{3}L = 0,467 \text{ m}$$

0,3 p Del gràfic, la distància entre nodes consecutius és $\frac{1}{3}L = 0,233 \text{ m}$

O, també, es pot justificar com que és $\frac{\lambda}{2} = 0,233 \text{ m}$



b)

0,4 p $f = \frac{v}{\lambda} = 660 \text{ Hz}$

0,3 p $T = \frac{1}{f} = 1,51 \times 10^{-3} \text{ s}$

0,3 p D'altra banda, el temps que triga un ventre a passar del seu valor màxim al mínim és mig període: $\Delta t = \frac{T}{2} = 7,58 \times 10^{-4} \text{ s}$

P5)

a)

0,2 p $E_{\text{fotons}} = hf = h\frac{c}{\lambda} = 6,63 \times 10^{-19} \text{ J} = 4,14 \text{ eV}$

Si per frenar-los calen 1,04 V, l'energia cinètica màxima serà 1,04 eV i del balanç d'energia:

0,4 p $hf + (-W_e) = E_{C,\text{màx}}$

0,2 p $W_e = hf - E_{C,\text{màx}} = 4,14 - 1,04 = 3,10 \text{ eV} = 4,96 \times 10^{-19} \text{ J}$ **0,2 p**

b)

0,2 p $h\frac{c}{\lambda} + (-W_e) = \frac{1}{2}mv_{\text{màx}}^2$

0,8 p $v_{\text{màx}} = \sqrt{\frac{2}{m}\left(h\frac{c}{\lambda} - W_e\right)}$



SÈRIE 4

Criteris generals d'avaluació i qualificació

10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Si l'alumne ha resolt un problema per un altre procediment vàlid diferent del descrit en aquestes pautes, la resolució es considera vàlida.
16. 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.
17. 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.
18. 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)

0,4 p $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

0,2 p $\omega_{\text{braç}} = 2\pi f_{\text{braç}} = 2\pi \times 2,00 \times 10^{15} = 4\pi \times 10^{15} \text{ rad s}^{-1}$

0,4 p $k = m_{\text{braç}} \omega_{\text{braç}}^2 = 2,10 \times 10^{-19} \times (4\pi \times 10^{15})^2 = 3,32 \times 10^{13} \text{ N m}^{-1}$

b)

0,2 p $\omega_{\text{braç+virus}} = 2\pi f_{\text{braç+virus}} = 2\pi \times 2,87 \times 10^{14} = 5,74\pi \times 10^{14} \text{ rad s}^{-1}$

0,3 p $k = (m_{\text{braç}} + m_{\text{virus}}) \omega_{\text{braç+virus}}^2$

0,4 p $m_{\text{braç}} + m_{\text{virus}} = \frac{k}{\omega_{\text{braç+virus}}^2} = \frac{3,32 \times 10^{13}}{(5,74\pi \times 10^{14})^2} = 1,02 \times 10^{-17} \text{ kg}$

0,1 p

$m_{\text{virus}} = 1,02 \times 10^{-17} - m_{\text{braç}} = 1,02 \times 10^{-17} - 2,10 \times 10^{-19} = 9,99 \times 10^{-18} \text{ kg}$

P2)

a)

La segona llei de Newton estableix que: $F = ma$ **0,2 p.**

Segons la llei de gravitació universal, el mòdul de la força és: $F = G \frac{mM}{r^2}$ **0,2 p**

Per tant obtenim que: $a = G \frac{M}{r^2}$ **0,1 p**

D'altra banda, considerant que els planetes descriuen moviments circulars uniformes, la seva velocitat es pot expressar com el perímetre de l'òrbita dividit pel període: $v = \frac{2\pi r}{T}$ **0,1 p** i tenint en compte que en aquest cas l'acceleració

centrípeta val: $a = \frac{v^2}{r}$ **0,1 p**, obtenim que: $a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ **0,1 p.**

Per tant: $G \frac{M}{r^2} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ que reordenem per obtenir la tercera llei de Kepler:

$\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \Rightarrow T^2 \propto r^3$ **0,2 p**

b) Aïllem M:

0,6 p $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{4\pi^2 (1,496 \times 10^{11})^3}{6,67 \times 10^{-11} \times (3,154 \times 10^7)^2} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ **0,4 p**



OPCIÓ A

P3)

a)

0,3 p $h\nu + (-W_e) = E_c$

0,1 p $h\nu$: Energia del fotó

0,1 p W_e : Treball d'extracció de l'electró al metall

0,1 p E_c : Energia cinètica màxima dels fotoelectrons

0,4 p La condició de llindar correspon a $E_c = 0$, per tant $h\nu_L = W_e$.

$$\text{Com } \nu = \frac{c}{\lambda} \rightarrow \frac{hc}{\lambda_L} = W_e \Rightarrow \lambda_L = \frac{hc}{W_e}$$

Nota: S'han d'acceptar com a vàlides expressions equivalents amb altres símbols per a la freqüència (f) o el treball d'extracció (Φ), o expressant la E_c com $(1/2)mv^2$ o en funció del potencial de frenat (eV_{frenat}), o fins hi tot expressions com "energia del fotó - treball d'extracció de l'electró al metall = energia cinètica màxima dels fotoelectrons" (en aquest cas també s'explicita el significat de cada terme. En qualsevol cas, hi ha d'haver tres termes i cadascun ha de representar una energia.

b)

0,2 p Energia del fotó: $h\nu = 4,375 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,735 \text{ eV}$

0,5 p $E_c = h\nu + (-W_e) = 4,375 \times 10^{-19} - 2,36 \text{ eV} \times \frac{1,60 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 6,00 \times 10^{-20} \text{ J}$
o bé, de manera equivalent

$$E_c = h\nu + (-W_e) = 2,735 \text{ eV} - 2,36 \text{ eV} = 0,375 \text{ eV}$$

0,3 p Per frenar-los cal aplicar una diferència de potencial que provoqui un augment de l'energia potencial elèctrica igual a aquesta energia cinètica, per tant:

$$\Delta V = 0,375 \text{ V}$$

Nota: No s'exigeix a l'exercici que indiquin el signe



P4)

a)

0,2 p $E = k \frac{Q}{r^2} \Rightarrow Q = \frac{r^2 E}{k}$

0,2 p $Q = \frac{R_{\text{Terra}}^2 E}{k} = \frac{(6,40 \times 10^6)^2 \cdot 150}{8,99 \times 10^9} = 6,83 \times 10^5 \text{ C}$ **0,2 p**

0,4 p Al estar $\vec{E}$ dirigit cap al centre de la Terra, la càrrega ha de ser negativa.

b)

0,5 p La càrrega de l'electró és negativa, això fa que el camp elèctric faci una força vertical, contrària al pes.

$$qE = mg \Rightarrow q = \frac{mg}{E}$$

0,1 p $m = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi r^3 = 1000 \frac{4}{3} \pi (18 \times 10^{-6})^3 = 2,443 \times 10^{-11} \text{ kg}$

0,1 p $Pes = mg = 2,44 \times 10^{-11} \times 9,81 = 2,396 \times 10^{-10} \text{ N}$

0,1 p $q = \frac{P_{\text{es}}}{E} = \frac{2,40 \times 10^{-10}}{150} = 1,60 \times 10^{-12} \text{ C}$ (càrrega negativa)

0,2 p $n = \frac{-1,60 \times 10^{-12} \text{ C}}{-1,60 \times 10^{-19} \text{ C}} = 10^7 \text{ electrons}$

P5)

a)

0,5 p a1) Si el corrent vist des de dalt gira en sentit horari, la cara superior de la bobina serà el pol sud d'un electroimant i la cara inferior de la bobina en serà un pol nord, per tant el camp magnètic generat pel corrent que recorre la bobina estarà dirigit cap avall.

Dos pols nord encarats resultaran en una repulsió entre l'imant i la bobina, per tant la bobina (i la membrana adherida) pujaran.

0,5 p a2) Si el corrent que circula per la bobina és altern, els extrems superior i inferior alternaran la seva polaritat, produint un camp magnètic vertical, que canviarà tota l'estona entre els dos sentits (amunt i avall).

L'alternança entre pol nord i pol sud a la cara inferior de la bobina generarà alternativament repulsió i atracció sobre el conjunt imant+membrana, de manera que el conjunt vibrarà en la direcció vertical amb la mateixa freqüència del corrent altern.

b)

0,5 p b1) En augmentar el nombre de voltes el camp magnètic augmentarà (de manera proporcional).

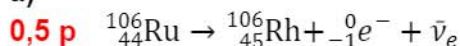
0,5 p b2) En augmentar la intensitat del corrent elèctric el camp magnètic augmentarà (de manera proporcional).



OPCIÓ B

P3)

a)



0,5 p Han d'indicar expressament que $^0_{-1}e^-$ és un electró o bé que és $^0_{-1}\beta^-$ una partícula beta o beta negativa i que $\bar{\nu}_e$ és un antineutrí.

Es tracta d'una desintegració (o emissió) beta (o beta negativa)

b)

0,4 p
$$\left. \begin{aligned} A(t) &= A_0 e^{-\lambda t} \\ \lambda &= \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow A(t) = A_0 2^{-\frac{t}{t_{1/2}}} \quad \mathbf{0,4 p}$$

0,2 p $A(210 \text{ dies}) = 200 \times 2^{-210/374} = 135,5 \text{ TBq}$

O alternativament

0,5 p $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 1,853 \times 10^{-3} \text{ dies}^{-1} = 2,145 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$

0,5 p $A(t) = A_0 e^{-\lambda t} = 200 e^{-1,853 \times 10^{-3} \times 210} = 135,5 \text{ TBq}$

P4)

a)

0,5 p $\Delta V = Ed$

0,3 p $\Delta V = 3,00 \times 10^6 \times 10^{-3} = 3 \times 10^3 \text{ V} \quad \mathbf{0.2 p}$

b)

0.2 p $W_{ext} = \Delta U = U - U(\infty)$

0.2 p $U(\infty) = 0 \text{ J}$

0.2 p $U = U_{12} + U_{13} + U_{23}$

0.2 p $U_{12} = U_{13} = U_{23} = 8,99 \times 10^9 \frac{(-1,60 \times 10^{-19}) \times (-1,60 \times 10^{-19})}{10^{-10}} = 2,31 \times 10^{-18} \text{ J}$

0.2 p $U = 3 \times 2,3 \times 10^{-18} = 6,92 \times 10^{-18} \text{ J}$



a)

0,2 p $\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B}); F_m = qvB\sin(90^\circ) = qvB$

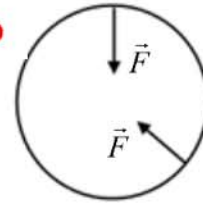
0,2 p $\begin{cases} F_m = ma_c \\ qvB = m\frac{v^2}{R} \end{cases}$

0,2 p $\omega = \frac{7 \times 2\pi}{1,29 \times 10^{-3}} = 3,41 \times 10^4 \text{ rad s}^{-1}$

0,2 p $qvB = m\frac{v^2}{r} \Rightarrow qB = m\frac{v}{r} = m\omega \Rightarrow m = \frac{qB}{\omega}$

0,2 p $m = \frac{|-1,60 \times 10^{-19}| \times 45,0 \times 10^{-3}}{3,41 \times 10^4} = 2,11 \times 10^{-25} \text{ kg}$

0,3 p



b)

0,1 p $\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$

0,2 p $F_m = qvB\sin(90^\circ) = qvB$

0,4 p $B = \frac{8,00 \times 10^{-14}}{1,60 \times 10^{-19} \times 5,00 \times 10^5} = 1,00 \text{ T}$

0,3 p Direcció perpendicular al pla del paper, sentit cap dins del pla del paper. La justificació es pot fer a partir de les propietats del producte vectorial o aplicant la regla de la mà dreta.

