



## 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 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.



P1)

a)

**0,65 p**  $\lambda_{min} = \frac{v}{f} = \frac{340}{784} = 0,43 \text{ m}$

**0,6 p**  $\lambda_{màx} = \frac{v}{f} = \frac{340}{92,2} = 3,69 \text{ m}$

b)

**0,25 p**  $A = 4\pi r^2 = 4\pi 1000^2 = 1,26 \times 10^7 \text{ m}^2$

**0,5 p**  $I = \frac{N \cdot I_{persona}}{A} = \frac{350.000 \cdot 10^{-7}}{1,26 \times 10^7} = 2,78 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$

**0,5 p**  $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{2,78 \times 10^{-9}}{10^{-12}} = 34,45 \text{ dB}$

P2)

a)

**0,65 p**  $I = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = I \cdot t = 4 \times 10^5 \cdot 5 \times 10^{-5} = 20 \text{ C}$

**0,6 p**  $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 4 \times 10^5}{2\pi \cdot 100} = 8 \times 10^{-4} \text{ T}$

b)

**0,4 p**  $\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B})$

**0,85 p** Si la velocitat de la partícula és zero, llavors també ho serà la força magnètica; el camp magnètic només actua sobre càrregues en moviment.



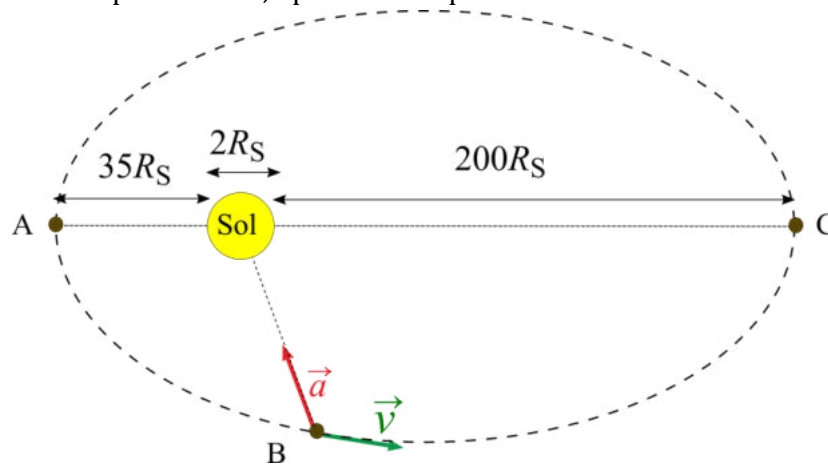
P3)

a)

**0,25 p** De la gràfica, s'han completat 7 voltes.

**1,0 p** De l'esquema la longitud de l'eix major és:  $35R_S + 2R_S + 200R_S = 237R_S$

Si el resultat és  $235R_S$  perquè no s'ha tingut en compte el diàmetre del Sol, llavors la qualificació de la resposta serà 0,8 p en lloc d'1 p.



b)

**0,25 p** Dibuix d'una òrbita el·líptica amb el sol en un dels seu focus.

**0,1 p** Identificar els punts A i C com el més proper i el més allunyat del Sol.

**0,25 p** Representar correctament la direcció i sentit dels vectors acceleració i velocitat.

**0,4 p** Conservació de l'energia mecànica:

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 - G \frac{mM_T}{r} \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \text{constant} + G \frac{mM_T}{r}$$

**0,25 p** Quan  $r$  és mínim, llavors el terme  $G \frac{mM_T}{r}$  i l'energia cinètica són màxims, per tant, el punt on la velocitat és més gran és el punt més proper al Sol, el punt A. També es pot argumentar a partir de la conservació de l'energia mecànica que l'energia cinètica és màxima quan l'energia potencial gravitatòria és mínima, i això passa quan la distància entre el Sol i la nau és mínima.

#### Alternativament

**0,4 p** Segona llei de Kepler: "Un segment rectilini que uneix la nau i el Sol escombra àrees iguals en intervals de temps iguals".

**0,25 p** Com que la longitud d'aquest segment és mínima al punt A, llavors, per escombrar la mateixa àrea en el mateix interval de temps, cal que el desplaçament sigui màxim, és a dir, cal que la velocitat de la nau sigui màxima.



P4)

a)

**0,25 p**  $|\vec{F}_e| = \left| k \frac{q^2}{d^2} \right|$

Condicció d'equilibri:

**0,5 p** 
$$\left. \begin{aligned} T \sin(15^\circ) &= k \frac{q^2}{d^2} \\ T \cos(15^\circ) &= mg \end{aligned} \right\} \Rightarrow \tan(15^\circ) = k \frac{q^2}{mg d^2} \Rightarrow q = d \sqrt{\tan(15^\circ) \frac{mg}{k}}$$

**0,25 p**  $q = d \sqrt{\tan(15^\circ) \frac{mg}{k}} = 0,1 \sqrt{\tan(15^\circ) \frac{0,02 \cdot 9,81}{8,99 \times 10^9}} = 2,42 \times 10^{-7} \text{ C}$

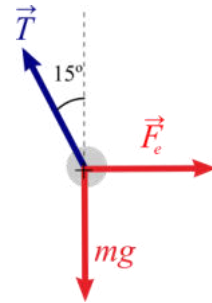
**0,25 p**  $|\vec{F}| = \left| k \frac{q^2}{d^2} \right| = 8,99 \times 10^9 \frac{(2,42 \times 10^{-7})^2}{(0,1)^2} = 5,26 \times 10^{-2} \text{ N}$

Alternativament

**0,5 p** 
$$\left. \begin{aligned} T \sin(15^\circ) &= |\vec{F}_e| \\ T \cos(15^\circ) &= mg \end{aligned} \right\} \Rightarrow \tan(15^\circ) = \frac{|\vec{F}_e|}{mg} \Rightarrow |\vec{F}_e| = mg \tan(15^\circ)$$

**0,25 p**  $|\vec{F}_e| = mg \tan(15^\circ) = 0,02 \cdot 9,81 \tan(15^\circ) = 5,26 \times 10^{-2} \text{ N}$

**0,25 p**  $q = d \sqrt{\frac{|\vec{F}_e|}{k}} = 0,1 \sqrt{\frac{5,26 \times 10^{-2}}{8,99 \times 10^9}} = 2,42 \times 10^{-7} \text{ C}$

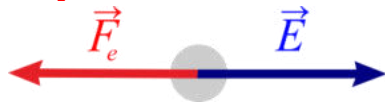


b)

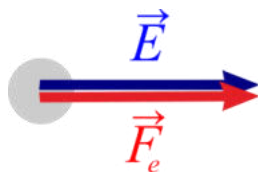
Serà el mateix camp que crea la càrrega positiva:

**0,5 p**  $|\vec{E}| = \left| k \frac{q}{d^2} \right| = 8,99 \times 10^9 \frac{2,42 \times 10^{-7}}{(0,1)^2} = 2,17 \times 10^5 \text{ N/C}$

**0,4 p** La direcció és horitzontal i el sentit oposat a la força, és a dir apunta cap a la dreta:



**0,35 p** Serà el mateix camp, per una banda com el valor absolut de la càrrega i la distància són iguals, la intensitat del camp elèctric serà la mateixa. Per altra banda, la força elèctrica té la mateixa direcció que el cas anterior però sentit oposat. Com que es tracta d'una càrrega positiva, la força i el camp tenen el mateix sentit, per tant, el sentit del camp elèctric és el mateix que en el cas anterior:





P5)

a)

**1,25 p**  ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e} + {}^0_0\bar{\nu}_e$

En aquest apartat es penalitzarà l'omissió de l'antineutrí amb 0,25p.

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

b)

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

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

**0,75 p**  $\frac{m(t)}{m_0} = 0,58 = e^{-\lambda t} \Rightarrow t = -\frac{\ln 0,58}{\lambda} = 4500 \text{ anys}$

**Alternativament**

**1,0 p**  $\left. \begin{array}{l} 0,58 = e^{-\lambda t} \\ 0,5 = e^{-\lambda T_{1/2}} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\ln 0,58}{\ln 0,5} = \frac{t}{T_{1/2}}$

**0,25 p**  $t = T_{1/2} \frac{\ln 0,58}{\ln 0,5} = 4500 \text{ anys}$

P6)

a)

**0,25 p**  $\Delta s = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow g = \frac{2\Delta s}{t^2} = \frac{2 \cdot 1}{1,1^2} = 1,65 \text{ m/s}^2$ .

**0,75 p**

$g = G \frac{M_{Lluna}}{R_{Lluna}^2} \Rightarrow M_{Lluna} = g \frac{R_{Lluna}^2}{G} = 1,65 \frac{(1,74 \times 10^6)^2}{6,67 \times 10^{-11}} = 7,50 \times 10^{22} \text{ kg}$  **0,25 p**

b)

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:

$F = G \frac{mM_T}{r^2}$  **0,4 p**

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

D'altra banda, considerant que la Lluna descriu un moviment circular uniforme al voltant de la terra, la seva acceleració centrípeta és:  $a = \frac{v^2}{r}$  o  $a = \omega^2 r$  **0,25 p**, i la velocitat es pot

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

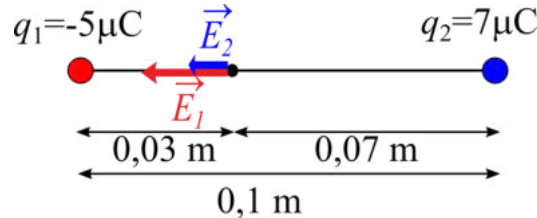
Per tant:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_T}}$  **0,1 p**

Llavors:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{(3,84 \times 10^8)^3}{6,67 \times 10^{-11} \cdot 5,98 \times 10^{24}}} = 2,37 \times 10^6 \text{ s} = 27,4 \text{ dies}$  **0,1 p**



P7)

a)



**0,45 p** Com que el punt on hem de calcular el camp està situat entre les dues càrregues i aquestes tenen signe diferent, el camp total serà la suma dels valors absoluts dels camps de cadascuna de les càrregues, la direcció serà la de la recta que uneix les dues càrregues i el sentit serà el que va de la càrrega positiva cap a la negativa.

**0,25 p**  $|\vec{E}_1| = \left| k \frac{q_1}{d_1^2} \right| = 8,99 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-6}}{(0,03)^2} = 4,99 \times 10^7 \text{ N/C}$

**0,25 p**  $|\vec{E}_2| = \left| k \frac{q_2}{d_2^2} \right| = 8,99 \times 10^9 \frac{7 \times 10^{-6}}{(0,07)^2} = 1,28 \times 10^7 \text{ N/C}$

I com els dos camps són paral·lels, el mòdul de la suma és la suma de mòduls:

**0,3 p**  $|\vec{E}_{Total}| = |\vec{E}_1| + |\vec{E}_2| = 6,28 \times 10^7 \text{ N/C}$

b)

**0,25 p**  $V_p = V_1 + V_2 = 0$

**0,4 p**  $0 = -8,99 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-6}}{d} + 8,99 \times 10^9 \frac{7 \times 10^{-6}}{0,1-d}$

**0,4 p**  $\frac{5}{d} = \frac{7}{0,1-d} \Rightarrow \frac{d}{5} = \frac{0,1-d}{7} \Rightarrow 12d = 0,5 \Rightarrow d = 0,0417 \text{ m}$  **0,2 p**

P8)

a)

**0,4 p**  $f = \frac{c}{\lambda}$

**0,5 p**  $E_{fotó} = hf$

**0,35 p**

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	$f$ (Hz)	$E$ (J)	$E$ (eV)
1,04	$2,88 \times 10^{14}$	$1,91 \times 10^{-19}$	1,19
0,6	$5 \times 10^{14}$	$3,32 \times 10^{-19}$	2,07
0,5	$6 \times 10^{14}$	$3,98 \times 10^{-19}$	2,48

b)

**0,5 p**  $E_{C,màx} = hf - W_e$

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	$E$ (eV)	$E_{C,màx}$ (eV)
1,04	1,19	-
0,6	2,07	0,87
0,5	2,48	1,28

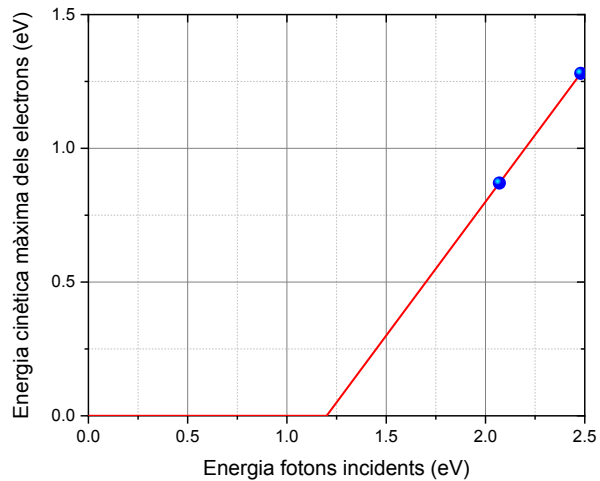
**0,25 p** La freqüència llindar correspon a la dels fotons que tenen una energia  $W_e$ :

$$f = \frac{W_e}{h} = \frac{1,2 \cdot 1,602 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = 2,90 \times 10^{14} \text{ Hz}$$



No hi ha electrons arrencats per  $\lambda_1$  atès que la seva freqüència,  $2,88 \times 10^{14}$  Hz, està per sota del llindar.

També és pot argumentar que no s'arrenquen electrons per  $\lambda_1$  atès que la seva energia, 1,19 eV, és inferior a  $W_e$ .



**0,25 p** Escalat eixos correcte, punts correctament representats.

**0,25 p** Eixos amb títols i unitats.

Si es representa l'extrapolació de les dades de manera que s'entra en la regió d'energies negatives, llavors es restarà 0,2 p a la qualificació.



### SÈRIE 3

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

12. *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.*
13. *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.*
14. *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.*
15. *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.*
16. *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.*
17. *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.*
18. *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.*
19. *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.*
20. *Cal resoldre els exercicis fins al resultat final i no es poden deixar indicades les operacions.*
21. *Cal fer la substitució numèrica en les expressions que s'utilitzen per resoldre les preguntes.*
22. *Un resultat amb un nombre molt elevat de xifres significatives (6 xifres significatives) o amb poques xifres significatives (2 o menys) es penalitzarà amb 0,1p.*





P1)

a)

**0,25 p**  $E = \frac{1}{2}kx^2$

**0,4 p** Es pot calcular la constant elàstica a partir de qualsevol punt de la corba, en particular busquem un punt allunyat de l'origen per tenir més resolució:

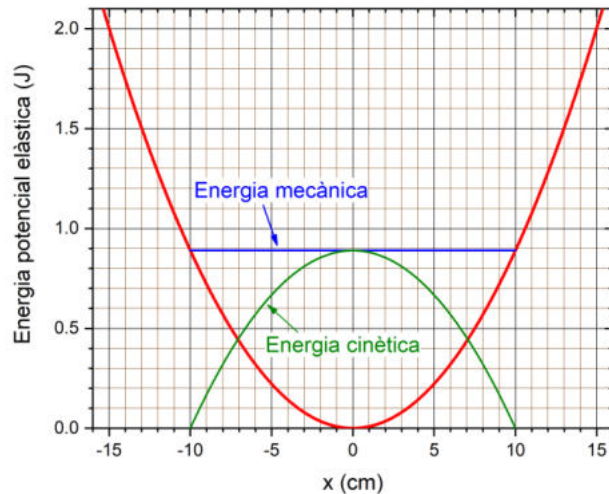
Per  $x = 15 \text{ cm}$ ,  $E = 2 \text{ J} \Rightarrow k = \frac{2E}{x^2} = \frac{2 \cdot 2,0}{0,15^2} = 178 \text{ N/m}$

**0,1 p**  $T = \frac{6,52}{10} = 0,652 \text{ s}$

**0,1 p**  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 9,64 \text{ rad/s}$

**0,4 p**  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow m = \frac{k}{\omega^2} = \frac{178}{9,64^2} = 1,91 \text{ kg}$

b)



**0,25 p** Cal que s'identifiqui en el gràfic l'energia total del sistema que està al voltant de 0,9 J

**0,5 p** Cal que s'estableixi que l'energia mecànica és constant.

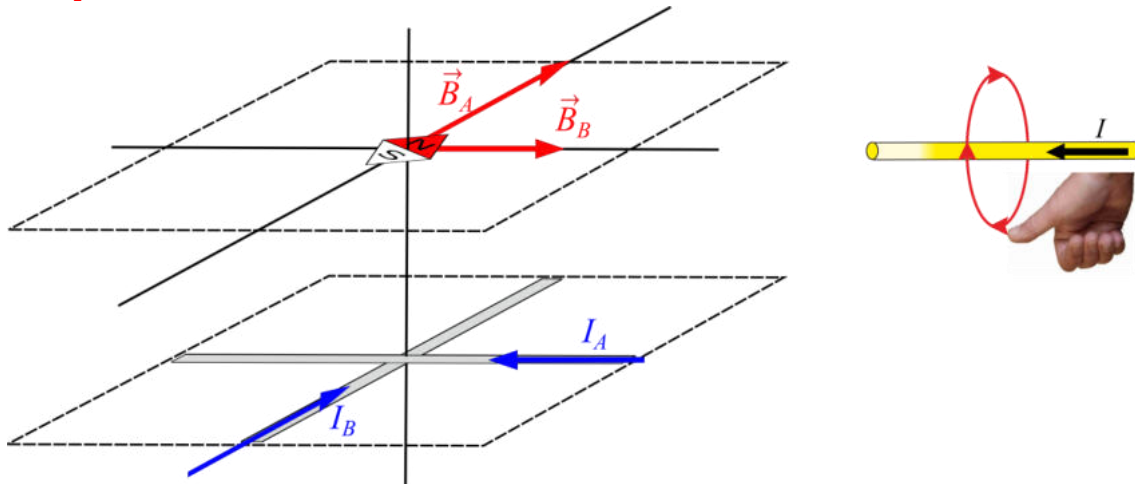
**0,5 p** Cal que s'identifiqui que la suma de les energies cinètica i potencial és igual a l'energia mecànica.



P2)

a)

0,65 p



Les línies de camp magnètic són circumferències en un pla perpendicular al fil i centrades amb el fil, per tant:

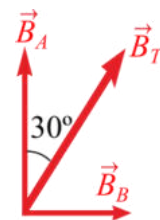
- cal dibuixar els camps perpendiculars als fils i en la direcció indicada en el dibuix,
- el sentit del camp es pot determinar segons la regla de la ma dreta.

**0,6 p** El camp magnètic creat pel fil és perpendicular al fil. Com els fils són perpendiculars entre ells, el camp magnètic creat pel fil A,  $\vec{B}_A$ , és paral·lel al fil B i viceversa. Llavors, el corrent que ha de circular pel fil B ha de ser zero, d'aquesta manera només circularà corrent pel fil A, i el camp total serà el generat pel fil A,  $\vec{B}_A$ , que és paral·lel al fil B.

b)

**0,75 p** Si el camp magnètic total fa un angle de  $30^\circ$  respecte el fil B, llavors el camp magnètic total fa un angle de  $30^\circ$  respecte  $\vec{B}_A$ . I com  $\vec{B}_A$  i  $\vec{B}_B$  són perpendiculars entre ells:

$$\frac{B_B}{B_A} = \tan(30^\circ)$$



**0,4 p** La intensitat de camp magnètic creada per un fil molt llarg en un punt és proporcional a la intensitat que hi circula i depèn de la distància d'aquest punt al fil. Com la distància és la mateixa pels fils, llavors el quocient d'intensitats de camp magnètic és igual al quocient de corrents:

$$\frac{I_B}{I_A} = \frac{B_B}{B_A} = \tan(30^\circ)$$

**0,1 p**  $I_B = I_A \tan(30^\circ) = 5,77 \text{ A}$



P3)

a)

**0,2 p** Per calcular la massa de Júpiter ens cal primer la velocitat lineal o angular:  $v = \frac{2\pi r}{T}$  o

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

**0,1 p**  $v = \frac{2\pi r}{T} = 1,73 \times 10^4 \text{ m/s}$  o  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 4,11 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$ .

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

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

$$F = G \frac{M_{Io} M_J}{r^2} \quad \mathbf{0,2 p.}$$

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

**0,2 p.** D'altra banda, considerant que Io descriu un moviment circular uniforme al voltant de Júpiter, la seva acceleració centrípeta és:  $a = \frac{v^2}{r}$  o  $a = \omega^2 r$ ,

I la massa de Júpiter és

$$\mathbf{0,25 p.} \quad M_J = \frac{r \cdot v^2}{G} = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg} \text{ o } M_J = \frac{r^3 \cdot \omega^2}{G} = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg} \quad \mathbf{0,1 p.}$$

b)

**1 p** De la tercera llei de Kepler:

$$\frac{T_{Io}^2}{r_{Io}^3} = \frac{T_{Cal\text{-}listo}^2}{r_{Cal\text{-}listo}^3} \Rightarrow r_{Cal\text{-}listo} = r_{Io} \left( \frac{T_{Cal\text{-}listo}}{T_{Io}} \right)^{\frac{2}{3}} = 1,88 \times 10^9 \text{ m} \quad \mathbf{0,25 p}$$

**Alternativament**

**0,1 p**, La velocitat angular és: o  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 4,36 \times 10^{-6} \text{ rad/s}$ .

$$\mathbf{0,25 p.} \quad G \frac{M_{Cal\text{-}listo} M_J}{r^2} = M_{Cal\text{-}listo} \omega^2 r$$

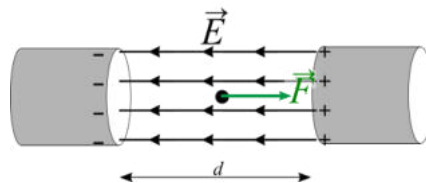
$$\mathbf{0,8 p} \quad r = \sqrt[3]{G \frac{M_J}{\omega^2}} = 1,88 \times 10^9 \text{ m} \quad \mathbf{0,1 p}$$

P4)

a)

**0,4 p** Al primer cilindre càrrega negativa per tal de repel·lir l'electró i al segon cilindre càrrega positiva per tal d'atreure'l.

**0,5 p** Les línies de camp surten de les càrregues positives i van a parar a les càrregues negatives:



$$\mathbf{0,25 p} \quad |\vec{E}| = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow d = \frac{\Delta V}{|\vec{E}|} = \frac{250.000}{8,00 \times 10^6} = 0,0312 \text{ m} = 3,12 \times 10^{-2} \text{ m} \quad \mathbf{0,1 p}$$



b)

**0,6 p**  $E_c = n \cdot e \cdot \Delta V = 1,00 \times 10^6 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-13} \text{ J}$   

$$n = \frac{E_c}{e \cdot \Delta V} = \frac{1,602 \times 10^{-13}}{1,602 \times 10^{-19} \cdot 250.000} = 4$$

O de la definició de eV, directament:

$$n = \frac{E_c}{e \cdot \Delta V} = \frac{1,00 \times 10^6 \text{ V}}{250.000} = 4$$

**0,4 p**  $v = \sqrt{2 \frac{E_c}{m_e}} = 5,93 \times 10^8 \text{ m/s}$

**0,25 p** Surt un resultat impossible  $v > c$ , la velocitat de l'electró no pot superar la velocitat de la llum. Caldria aplicar la correcció relativista per calcular la velocitat correcta.

P5)

a)

**0,4 p**  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

**0,1 p**  $t = 2020 - 1957 = 63 \text{ anys}$

**0,25 p**  $\lambda = -\frac{\ln(A(t)/A_0)}{t} = -\frac{\ln(600/2500)}{63} = 0,0226 \text{ anys}^{-1}$

**0,1 p**  $0,5 = e^{-\lambda T_{1/2}} \Rightarrow T_{1/2} = -\frac{\ln 0,5}{\lambda} = 30,6 \text{ anys}$

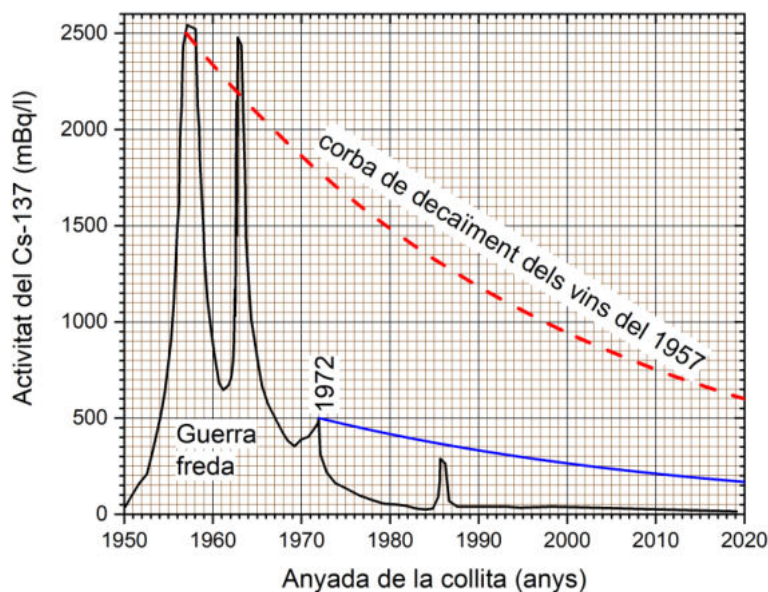
Alternativament

**0,4 p**  $A(t) = A_0 2^{-t/T_{1/2}}$

**0,1 p**  $t = 2020 - 1957 = 63 \text{ anys}$

**0,35 p**  $\frac{600}{2500} = 0,24 = 2^{-t/T_{1/2}} \Rightarrow T_{1/2} = -t \frac{\ln 2}{\ln 0,24} = 30,6 \text{ anys}$

**0,4 p**



Cal que la figura comenci al pic de l'any 1972 i mostri un decreixement logarítmic. A l'any

2020 l'activitat és:  $A(t) = A_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}} = 500 \cdot 2^{-\frac{48}{30,6}} = 168 \text{ mBq/l}$ .

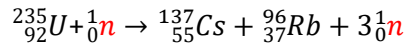


b)

**0,4 p** Càlcul de  $x$ :  $235 + 1 = 137 + x + 3 \cdot 1 \Rightarrow x = 96$

**0,4 p** Càlcul de  $y$ :  $92 = 55 + y \Rightarrow y = 37$

**0,2 p** neutró



**0,25 p** Es tracta d'una fissió nuclear.

P6)

a)

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

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

$$F = G \frac{M_{LL}M_T}{r^2} \quad \mathbf{0,2 p}$$

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**

Llavors:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{(3,84 \times 10^8)^3}{6,67 \times 10^{-11} \cdot 5,98 \times 10^{24}}} = 2,37 \times 10^6 \text{ s} = 27,4 \text{ dies}$  **0,1 p**

**0,35 p**  $U_g = -G \frac{M_{LL}M_T}{r} = -6,67 \times 10^{-11} \frac{7,35 \times 10^{22} \cdot 5,98 \times 10^{24}}{3,84 \times 10^8} = -7,63 \times 10^{28} \text{ J}$  **0,1 p**

b)

Segons la llei de gravitació universal,

**0,4 p**  $G \frac{mM_T}{d^2} = G \frac{mM_{LL}}{(R_{TLL}-d)^2}$

**0,5 p**  $\left[ \frac{R_{TLL}-d}{d} \right]^2 = \frac{M_{LL}}{M_T} \Rightarrow \frac{R_{TLL}-d}{d} = \pm \sqrt{\frac{M_{LL}}{M_T}} \Rightarrow \frac{R_{TLL}}{d} = 1 \pm \sqrt{\frac{M_{LL}}{M_T}} \Rightarrow d = \frac{R_{TLL}}{1 \pm \sqrt{\frac{M_{LL}}{M_T}}}$

Dues possibles solucions:

**0,35 p**  $d = \frac{R_{TLL}}{1 - \sqrt{\frac{M_{LL}}{M_T}}} = 4,31 \times 10^8 \text{ m} > R_{TLL}$ , aquesta solució no es bona, atès que no es

troba entre la Terra i la Lluna tal i com demana l'enunciat.

$d = \frac{R_{TLL}}{1 + \sqrt{\frac{M_{LL}}{M_T}}} = 3,46 \times 10^8 \text{ m} < R_{TLL}$ , aquesta és la resposta correcte!



P7)

a)

**0,25 p** L'equació d'una ona és:  $\psi(x, t) = A \cos(\omega t - kx) = A \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$

**0,25 p** Llavors  $\omega = 2,40 \times 10^{15}$  rad/s i  $k = 1,20 \times 10^7$  rad/s

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2,618 \times 10^{-15} \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = 3,82 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = 5,24 \times 10^{-7} \text{ m} \quad \mathbf{0,1 p}$$

**0,1 p**  $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 2,00 \times 10^8$  m/s

**0,2 p**  $n = \frac{c}{v} = 1,5$

**0,15 p** En el buit la velocitat de propagació és  $c = 3,00 \times 10^8$  m/s

**0,2 p**  $\lambda = cf = 7,85 \times 10^{-7}$  m

b)

**0,65 p** La direcció de propagació és l'eix  $x$  atès que la coordenada  $x$  apareix en l'argument de l'equació de l'ona.

**0,6 p** El camp magnètic és perpendicular a la direcció de propagació (eix  $x$ ) i al camp elèctric. Segons l'equació de l'ona electromagnètica el camp elèctric oscil·la en l'eix ( $z$ ) (segons l'equació de l'ona, la direcció  $\vec{E}(x, t)$  ve donada pel vector unitari  $\vec{k}$ ). Per tant, el camp magnètic oscil·la en la direcció de l'eix  $y$ .



**P8)**

**a)**

**0,2 p**  $m_m v r_m = \frac{h}{2\pi} \Rightarrow v = \frac{h}{2\pi m_m r_m}$

**0,25 p** D'altra banda, considerant que el muó descriu un moviment circular uniforme al voltant del nucli, la seva acceleració centrípeta és:  $a = \frac{v^2}{r_m} = \left(\frac{h}{2\pi}\right)^2 \frac{1}{m_m^2 r_m^3}$

**0,1 p** La segona llei de Newton estableix que la força normal és:  $F = m_m a = \left(\frac{h}{2\pi}\right)^2 \frac{1}{m_m r_m^3}$

**0,1 p** i la llei de Coulomb:  $F = k \frac{e^2}{r_m^2}$

**0,25 p** Per tant obtenim que  $k \frac{e^2}{r_m^2} = \left(\frac{h}{2\pi}\right)^2 \frac{1}{m_m r_m^3}$

$r_m = \left(\frac{h}{2\pi}\right)^2 \frac{1}{m_m k e^2} = 2,65 \times 10^{-13} \text{ m}$  **0,1 p**

**0,25 p** De l'anterior expressió podem comprovar que el radi de l'òrbita és inversament proporcional a la massa del leptó, per tant el radi de l'electró serà 200 vegades més gran que el radi del muó. Llavors, serà molt més gran l'hidrogen que l'hidrogen muònic.

**b)**

**0,5 p** L'energia del fotó emès és igual a la energia perduda per l'electró quan salta de l'òrbita de més energia a la fonamental, és a dir,;

$$E_{\text{fotó}} = -(E_1 - E_2) = 3,266 \times 10^{-16} \text{ J}$$

**0,25 p** Per altre banda l'energia del fotó és:  $E_{\text{fotó}} = hf = h \frac{c}{\lambda}$

I finalment,

**0,25 p**  $f = \frac{E_{\text{fotó}}}{h} = 4,93 \times 10^{17} \text{ Hz}$

**0,25 p**  $\lambda = h \frac{c}{E_{\text{fotó}}} = \frac{c}{f} = 6,09 \times 10^{-10} \text{ m}$