



SÈRIE 5

Criteris generals d'avaluació i qualificació

1. Les respostes s'han d'ajustar a l'enunci de la pregunta. Es valorarà sobretot que l'alumnat demostri 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 lòtic, l'ús correcte dels termes científics i la contextualització segons l'enunci.
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'enunci, 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 l'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 quotient 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 càcul 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)

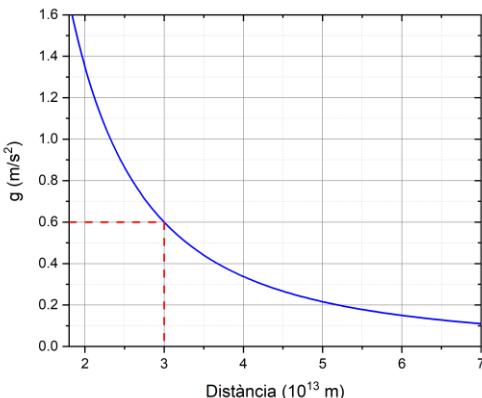
0,25 p

Del gràfic $g = 0,6 \text{ m/s}^2$.

La segona llei de Newton estableix que:

0,1 p.

$$\vec{F} = m_{S2} \vec{a}$$



I, la acceleració centrípeta de S2 és:

0,1 p

$$a = \frac{v^2}{r}$$

La força gravitatòria s'expressa com:

0,4 p

$$F = m_{S2} g$$

0,3 p

Per tant obtenim que: $\frac{v^2}{r} = g = 0,6 \text{ m/s}^2$

0,1 p

I finalment: $v = \sqrt{rg} = 4,24 \times 10^6 \text{ m/s}$

b)

0,25 p

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

$$F = G \frac{m_{S2} M_{A*}}{r^2}$$

$$\text{i } F = m_{S2} g$$

Per tant obtenim que:

Proves d'accés a la Universitat 2023, convocatòria ordinària. Criteri d'avaluació

0,25 p

$$g = G \frac{M_{A^*}}{r^2} = 0,6 \text{ m/s}^2$$

0,25 p

$$M_{A^*} = g \frac{r^2}{G} = 8,10 \times 10^{36} \text{ kg} \frac{M_{Sol}}{1,99 \times 10^{30} \text{ kg}} = 4,07 \times 10^6 M_{Sol}$$

0,25 p

El càlcul de la velocitat d'escapament es basa en el principi de conservació de l'energia mecànica. Per escapar cal que l'energia mecànica sigui igual a la de l'infinit que és 0: E_m (a una distància r de Sagitari A*) = 0

$$E_m = E_c + E_p = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{esc}^2 - G \frac{mM_{A^*}}{r} = 0$$

0,25 p

$$\frac{1}{2}mv_{esc}^2 = G \frac{mM_{A^*}}{r} \Rightarrow r = \frac{2GM_{A^*}}{v_{esc}^2} = \frac{2 \times 6,67 \times 10^{-11} \cdot 8,10 \times 10^{36}}{(3,00 \times 10^8)^2} = 1,20 \times 10^{10} \text{ m}$$

P2)

a)

0,4 p

Sabem que les línies de camp surten de les càrregues positives i van a morir a les càrregues negatives.

0,15 p

Per tant, l'ió positiu es trobarà on hi hagi una font de línies de camp. A partir del gràfic i aproximadament, podem situar una font de línies de camp al punt (-1,0) m

0,15 p

En canvi, l'ió negatiu es trobarà on hi hagi un pou de línies de camp. A partir del gràfic i aproximadament, podem situar un pou de línies de camp al punt (1,0) m.

0,35 p

El nombre de línies de camp que surt d'una càrrega puntual (o va a morir a una càrrega puntual) és proporcional al valor absolut de la càrrega.

0,1 p

Podem comprovar que surten més línies de camp de la posició on es troba l'ió carregat positivament, (-1,0), que de la posició on es troba l'ió carregat negativament, (1,0).

0,1 p

per tant a (-1,0) tenim una càrrega +4e i a (1,0) tenim una càrrega -e.

b)

0,65 p

Si ens situem a una distància molt més gran que al separació de les dues càrregues, el que veuríem es una càrrega puntual de valor igual a la suma de les dues càrregues, és a dir, veuríem el camp creat per una càrrega puntual de magnitud +3e.

0,6 p

Per tant, la superfície equipotencial s'aproximarà al d'una càrrega puntual, és a dir, serà una **superfície esfèrica**.

P3)

a)

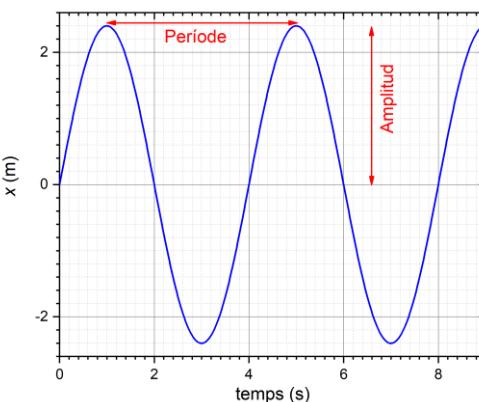
0,2 p

Del gràfic $T = 4$ s i $A = 2,4$ m.

0,2 p

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2} \text{ rad/s} = 1,57 \text{ rad/s}$$

0,2 p



$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 = \frac{\pi^2}{2} \text{ N/m} = 4,93 \text{ N/m}$$

Primera opció

0,2 p

Equació del MHS:

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

0,2 p

Del gràfic $x_0 = x(t=0) = 0$ m.

$$0 = A \sin(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = \text{ArcSin}(0) = 0 \text{ o } \pi \text{ rad.}$$

Per saber quina de les dues solucions és correcte calculem $x(t=1 \text{ s})$ que segons el gràfic és 2,4 m

$$x(t = 1 \text{ s}) = 2,4 \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 2,4 \text{ m, correcte: } \varphi_0 = 0$$

$$x(t = 1 \text{ s}) = 2,4 \sin\left(\frac{\pi}{2} + \pi\right) = -2,4 \text{ m, incorrecte, } \varphi_0 \text{ no és } \pi \text{ rad.}$$

0,25 p

Finalment l'equació del moviment és:

$$x(t) = 2,4 \sin\left(\frac{\pi}{2}t\right), x \text{ en m i t en s.}$$

Alternativament:

0,2 p

Equació del MHS:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

0,2 p

Del gràfic $x_0 = x(t=0) = 0$ m.

$$0 = A \cos(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = \text{ArcCos}(0) = \frac{\pi}{2} \text{ rad o } -\frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

Per saber quina de les dues solucions és correcte calculem $x(t=1 \text{ s})$ que segons el gràfic és 2,4 m

$$x(t = 1 \text{ s}) = 2,4 \cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}\right) = -2,4 \text{ m, incorrecte, } \varphi_0 \text{ no és } \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

$$x(t = 1 \text{ s}) = 2,4 \cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2}\right) = 2,4 \text{ m, correcte: } \varphi_0 = -\frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

0,25 p

Finalment l'equació del moviment és:

$$x(t) = 2,4 \cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{\pi}{2}\right), x \text{ en m i } t \text{ en s.}$$

b)

Primera opció

0,25 p

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0) = 3,77 \cos\left(\frac{\pi}{2}t\right) \text{ v en m/s i t en s.}$$



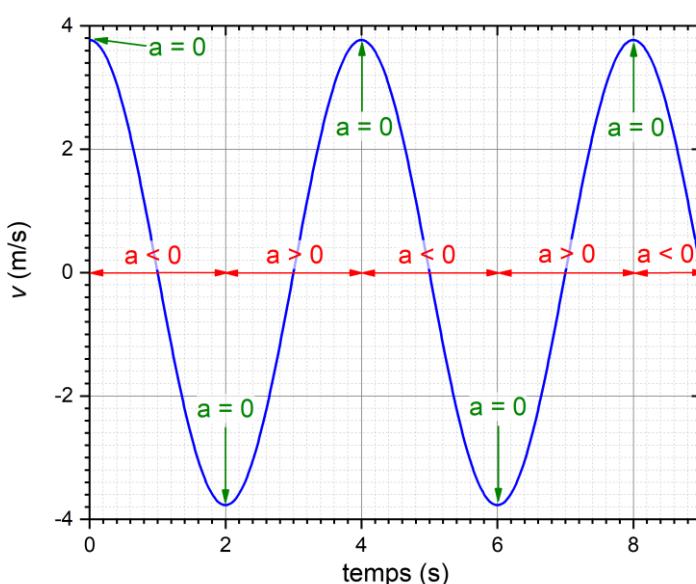
Alternativament:

0,25 p

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0) = -3,77 \sin\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ v en m/s i t en s.}$$

0,5 p

Representació de la gràfica v-t.



0,25 p

L'acceleració a un cert instant t és el pendent de la gràfica v-t. El pendent val zero en els màxims i mínims; per això a $t=0$ s, 2 s, 4 s, 6 s i 8 s valdrà zero.

0,25 p

Els intervals d'acceleració positiva, es donen quan el pendent de la gràfica és positiu, són de 2 s fins a 4 s i de 6 s fins a 8 s. A la resta de temps on l'acceleració no val zero, els pendents són negatius, i per això l'acceleració és negativa.



Proves d'accés a la Universitat 2023, convocatòria ordinària. Criteri d'avaluació

Alternativament:

0,2 p

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0) = -x\omega^2$$

0,15 p

L'acceleració serà nul·la quan $x = 0$, del gràfic $x(t)$ això passa a $t=0$ s, 2 s, 4 s, 6 s i 8 s valdrà zero.

0,15 p

L'acceleració serà positiva quan $x < 0$, del gràfic $x(t)$ això en els intervals de 2 s fins a 4 s i de 6 s fins a 8 s. A la resta de temps on l'acceleració no val zero, $x > 0$ i per això l'acceleració és negativa.



P4)

a)

0,2 p

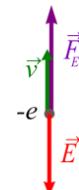
$$|\vec{E}| = \frac{\Delta V}{d} = \frac{220}{0,2} = 1100 \text{ V/m}$$

0,2 p

$$\vec{F}_E = q\vec{E}$$

0,3 p

Per que l'electró es mogui en línia recta vertical i cap amunt, la força aplicada pel camp elèctric ha de ser vertical i sentit cap amunt (dirigida del càtode cap a l'ànode).

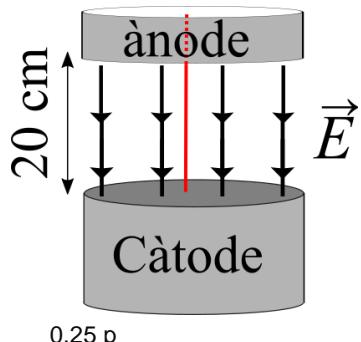


La força i el camp elèctric són paral·lels, llavors la direcció del camp elèctric és vertical, perpendicular a les superfícies de l'ànode i del càtode.

0,3 p

Com la càrrega de l'electró és negativa el sentit del camp elèctric és l'oposat al de la força, és a dir, va dirigit cap avall, de l'ànode cap al càtode.

Així les línies de camp elèctric són:



0,25 p

Les línies de camp indiquen la direcció en la que el potencial disminueix, per tant, el potencial ha de ser més gran a l'ànode que al càtode.



b)

Velocitat quan surten de l'ànode:

Primera opció, per forces

0,2 p

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = 1,93 \times 10^{14} \text{ m/s}^2.$$

0,2 p

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta s \Rightarrow v = \sqrt{2a\Delta s} = \sqrt{2 \times 1,93 \times 10^{14} \times 0,2} = 8,80 \times 10^6 \text{ m/s}$$

Alternativament, per energies:

0,3 p

$$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = W_{Tot} = -q\Delta V = e\Delta V = 3,52 \times 10^{-17} \text{ J.}$$

0,1 p

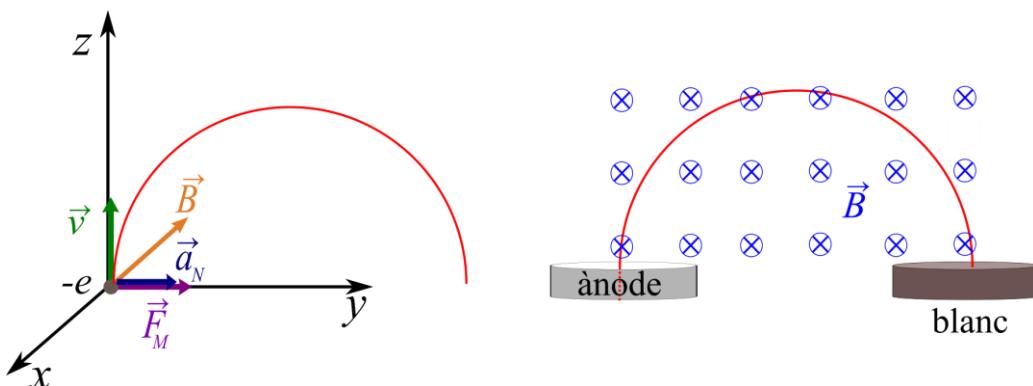
$$v = \sqrt{2 \frac{e\Delta V}{m}} = 8,80 \times 10^6 \text{ m/s}$$

0,3 p

Velocitat quan impacten en el blanc: el camp magnètic aplica una força normal a la trajectòria, de manera que no produeix cap canvi en el mòdul de la velocitat, només provoca un canvi en la direcció del moviment, per tant, $v = 8,80 \times 10^6 \text{ m/s}$.

0,2 p

Per tal que els electrons descriguin la trajectòria circular del dibuix, l'acceleració normal o centrípeta ha de tenir el sentit indicat a la figura. Llavors, com la força i l'acceleració tenen la mateixa direcció i sentit, la força magnètica ha d'anar dirigida segons l'eix y , com s'indica a la figura.





0,1 p

Sabem que $\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$, llavors \vec{B} ha de ser perpendicular a \vec{v} i \vec{F}_m , per tant, segons els eixos del dibuix, \vec{B} ha d'anar dirigit segons l'eix x.

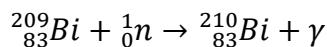
0,25 p

El sentit el podem establir a partir de la regla de la mà dreta, perquè el producte vectorial $\vec{v} \times \vec{B}$ estigui dirigit segons l'eix y en el sentit de la figura, \vec{B} hauria de tenir el sentit positiu segons l'eix de les x, però com la càrrega de l'electró és negativa, el sentit final és l'oposat, per tant \vec{B} ha de tenir el sentit negatiu segons l'eix de les x. Per tant, representem \vec{B} perpendicular al pla del dibuix i sentit cap endins, és a dir, el representem amb creus.

P5)

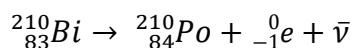
a)

0,45 p



En aquest apartat es penalitzarà l'omissió del fotó amb 0,15 p.

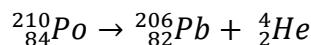
0,4 p



En aquest apartat es penalitzarà l'omissió de l'antineutrí amb 0,15 p.

Alternativament pot escriure ${}_{-1}^0\beta$ o e^- enllloc de ${}_{-1}^0e$.

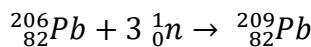
0,4 p



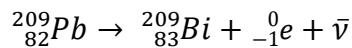
Alternativament es pot escriure ${}^4_2\alpha$ enllloc de 4_2He .

b)

0,25 p



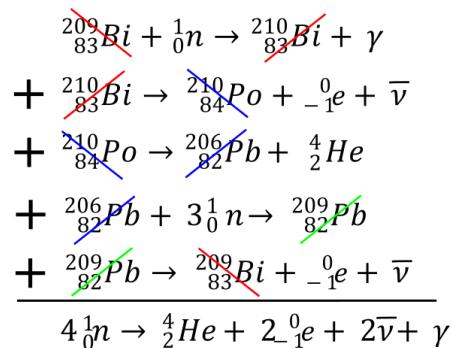
0,25 p



En aquest apartat es penalitzarà l'omissió de l'antineutrí amb 0,1 p.

0,75 p

balanç del cicle:



P6)

a)

0,25 p

La força mesurada per la balança és igual a la seva lectura en kg per g. Així, la força magnètica és igual a la diferència en la lectura de la balança per g:

$$F = (0,243 - 0,239) \times 9,81 = 0,0392 \text{ N}$$

0,25 p

Per altre banda, la força aplicada pel camp magnètic sobre un fil de corrent és:

$$\vec{F}_m = I\vec{l} \times \vec{B}$$

0,25 p

Com \vec{l} i \vec{B} són perpendiculars, el mòdul de la força magnètica és:

$$F_m = IlB$$

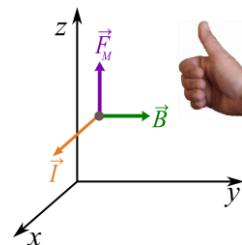
0,25 p

I finalment, com de la lectura de la balança sabem que $F_m = 0,0392 \text{ N}$:

$$B = \frac{F_m}{Il} = \frac{0,0392}{8,015} = 0,00327 \text{ T}$$

0,25 p

Observeu que \vec{F}_m serà perpendicular a \vec{l} i \vec{B} per tant serà vertical. El camp magnètic va dirigit del pol nord cap el pol sud, i tenint en compte el sentit del corrent, si apliquem la regla de la mà dreta tenim que la força magnètica aplicada sobre el fil va dirigida cap amunt. Segons la tercera llei de Newton, la força aplicada per l'imant sobre el fil de corrent tindrà la mateixa magnitud i direcció però sentit oposat al de la força aplicada pel fil de corrent sobre l'imant, per tant, sobre l'imant actua una之力 dirigida segons l'eix z i sentit cap avall (negatiu) de manera que la balança detectarà un augment de la força aplicada sobre ella.



b)

0,75 p

Per obtenir la mateixa força hem de crear el mateix camp magnètic:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = 0,0327 \text{ T}$$

0,5 p

Per tant,

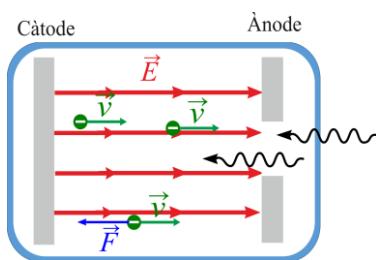
$$r = \frac{\mu_0 I}{2\pi B} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 8}{2\pi \times 0,0327} = 4,90 \times 10^{-5} \text{ m} = 49,0 \mu\text{m}$$

P7)

a)

0,25 p

Es tracta de crear una força que freni els electrons de manera que no arribin a l'ànode i d'aquesta manera fer que el corrent que circula pel circuit sigui zero. Llavors la força ha de tenir el sentit oposat a la velocitat i com els electrons tenen càrrega negativa el camp elèctric ha de tenir el sentit oposat a la força, tal i com s'indica a la figura:



Com el camp elèctric apunta en la direcció que disminueix el potencial, el càtode ha d'estar connectat al potencial alt i l'ànode al potencial baix.

0,5 p

Quan el potencial aplicat és el potencial de frenada, V_f , el treball aplicat pel camp elèctric ha de ser igual a l'energia cinètica màxima dels electrons, així la velocitat dels electrons serà nul·la quan arriben a l'ànode:

$$E_C = eV_f$$

0,25 p

I si apliquem balanç d'energia de l'efecte fotoelèctric tenim:

$$eV_f = E_C = hf - W_0$$

On W_0 és la funció de treball o treball d'extracció. Llavors:

$$V_f = \frac{hf - W_0}{e}$$

També es pot expressar com:

$$f = \frac{eV_f + W_0}{h}$$

Proves d'accés a la Universitat 2023, convocatòria ordinària. Criteri d'avaluació

0,25 p

Podem determinar la constant de Planck a partir de dues parelles de dades de la taula,

$$\begin{aligned} eV_{f,1} &= hf_1 - W_0 \\ eV_{f,2} &= hf_2 - W_0 \end{aligned} \Rightarrow eV_{f,2} - eV_{f,1} = hf_2 - hf_1$$

I si aïllem la constant de Planck obtenim

$$h = e \frac{V_{f,2} - V_{f,1}}{f_2 - f_1} = 1,602 \times 10^{-19} \frac{3,29 - 0,4}{(12,5 - 5,49) \times 10^{14}} = 6,60 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

b)

0,75 p

Un cop determinada la constant de Planck, W_0 és:

$$W_0 = hf - eV_f = 2,98 \times 10^{-19} \text{ J}$$

I la freqüència llindar és

$$f_0 = \frac{W_0}{h} = 4,52 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

0,25 p

S'emetran electrons sempre i quan la freqüència de la llum superi a la freqüència llindar.

0,25 p

La freqüència de la llum és:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8}{350 \times 10^{-9}} = 8,57 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

Com $f > f_0$ hi haurà emissió d'electrons.

Nota pels correctors: en els criteris generals s'estableix que un error no s'ha de penalitzar dues vegades en el mateix problema. Per tant, no ha de tenir cap mena de penalització el fet que en la resolució d'aquest apartat l'estudiant utilitzi un valor incorrecte de la constant de Planck o que utilitzi el valor conegut de $6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.