EXAMEN DE FÍSICA

SELECTIVIDAD 2014-2015 JUNIO

OPCIÓN A

Problema 1. Dos lunas que orbitan alrededor de un planeta desconocido, describen órbitas circulares concéntricas con el planeta y tienen periodos orbitales de 42 h y 171,6 h. A través de la observación directa, se sabe que el diámetro de la órbita que describe la luna más alejada del planeta es de $2{,}14 \cdot 10^6$ km. Despreciando el efecto gravitatorio de una luna sobre la otra, determine:

a) La velocidad orbital de la luna exterior y el radio de la órbita de la luna interior.

b) La masa del planeta y la aceleración de la gravedad sobre su superficie si tiene un diámetro de $2{,}4 \cdot 10^4$ km.

Dato: Constante de Gravitación Universal, $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}.

a) La velocidad en la órbita se deduce a partir de la siguiente expresión:
(Como el diámetro mide $2{,}14 \cdot 10^6$ km, la órbita tendrá un radio de $1{,}07 \cdot 10^9$ m).

$$v = \omega \cdot r = \frac{2\pi r}{T}$$

$$v = \frac{2\pi \cdot 1{,}07 \cdot 10^9}{171{,}6 \cdot 3600} = 10883 \frac{m}{s} = \mathbf{1{,}09 \cdot 10^4 \frac{m}{s}}$$

El radio de la órbita de la luna interior se calculará a partir de la tercera ley de Kepler:

$$\frac{R_{ext}^3}{R_{int}^3} = \frac{T_{ext}^2}{T_{int}^2} \rightarrow R_{int}^3 \cdot T_{ext}^2 = R_{ext}^3 \cdot T_{int}^2 \rightarrow R_{int} = \sqrt[3]{\frac{R_{ext}^3 \cdot T_{int}^2}{T_{ext}^2}}$$

$$\boldsymbol{R_{int}} = \sqrt[3]{\frac{(1{,}07 \cdot 10^9)^3 \cdot (42 \cdot 3600)^2}{(171{,}6 \cdot 3600)^2}} = 418669942\, m = \mathbf{4{,}19 \cdot 10^8\, m}$$

b) En la órbita la fuerza centrífuga se iguala a la fuerza gravitatoria, por lo que:

$$\cancel{m} \cdot \frac{v^2}{r} = G\frac{M\cancel{m}}{r^2} \rightarrow M = \frac{v^2 r}{G}$$

$$\boldsymbol{M} = \frac{(1{,}09 \cdot 10^4)^2 \cdot 1{,}07 \cdot 10^9}{6{,}67 \cdot 10^{-11}} = \mathbf{1{,}91 \cdot 10^{27}\, kg}$$

Como su diámetro es $2{,}4 \cdot 10^4$ km, el radio será $1{,}2 \cdot 10^7$ m.

$$\boldsymbol{g} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}91 \cdot 10^{27}}{(1{,}2 \cdot 10^7)^2} = \mathbf{885 \frac{m}{s^2}}$$

mundoestudiante
métodoBarbeito

Problema 2. Un muelle de masa despreciable y de longitud 5 cm cuelga del techo de una casa en un planeta diferente a la Tierra. Al colgar del muelle una masa de 50 g, la longitud final del muelle es 5,25 cm. Sabiendo que la constante elástica del muelle es 350 N m^{-1}:

a) Determine el valor de la aceleración de la gravedad en la superficie del planeta.

b) El muelle se separa con respecto a su posición de equilibrio 0,5 cm hacia abajo y a continuación es liberado. Determine, la ecuación que describe el movimiento de la masa que cuelga del muelle.

a) Igualando la fórmula de la fuerza según la ley de Hooke al peso, se obtiene:

$$F = k \cdot \Delta x = mg$$

Por lo tanto:

$$50 \cdot 10^{-3} \cdot g = 350 \cdot (5{,}25 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-2}) \rightarrow \boldsymbol{g} = \frac{350 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{3}}{50 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{17{,}5}\,\frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{s^2}}$$

b) Según la ecuación del movimiento armónico simple:

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

La amplitud se corresponde con la separación del muelle con respecto a su posición de equilibrio, por lo que A = 0,5 · 10^{-2} m. Por otro lado, ω se calculará a partir de la siguiente expresión:

$$k = m \cdot \omega^2 \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{350}{50 \cdot 10^{-3}}} = 83{,}67\,\frac{rad}{s}$$

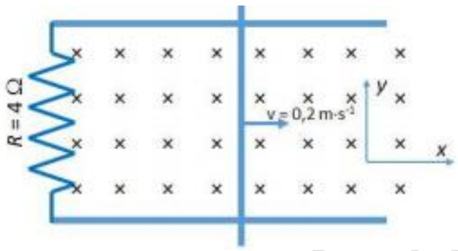
Por lo tanto:

$$\boldsymbol{x\,(m,s) = 5 \cdot 10^{-3} \cdot cos(83{,}67t)}$$

Problema 3. Una varilla conductora desliza sin rozamiento con una velocidad de 0,2 m s^{-1} sobre unos raíles también conductores separados 2 cm, tal y como se indica en la figura. El sistema se encuentra en el seno de un campo magnético constante de 5 mT, perpendicular y entrante al plano definido por la varilla y los raíles. Sabiendo que la resistencia del sistema es de 4 Ω, determine:

a) El flujo magnético en función del tiempo a través del circuito formado por la varilla y los raíles, y el valor de la fuerza electromotriz inducida en la varilla.

b) La intensidad y el sentido de la corriente eléctrica inducida.



a) El flujo magnético se deduce a partir de la siguiente expresión:

$$\emptyset = \vec{B} \cdot \vec{s} = B \cdot s = B \cdot l \cdot x = B \cdot l \cdot v \cdot t$$

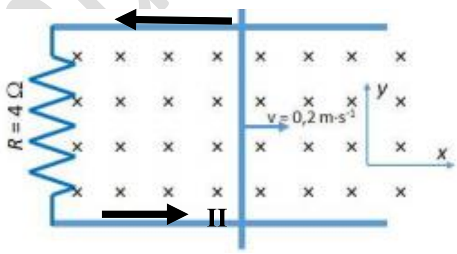
$$\emptyset = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}2 \cdot t = \mathbf{2 \cdot 10^{-5}}\ \boldsymbol{t\, Wb}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon(t)} = \frac{-d\emptyset}{dt} = \mathbf{2 \cdot 10^{-5}}\ \boldsymbol{V}$$

b) La intensidad se calculará a partir de la ley de Ohm:

$$V = I \cdot R \rightarrow \boldsymbol{I} = \frac{V}{R} = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{4} = \mathbf{5 \cdot 10^{-6}}\ \boldsymbol{A}$$

El sentido de la corriente eléctrica se opondrá al aumento de flujo producido por el movimiento de la varilla. Por lo tanto:



Problema 4. La imagen de un objeto reflejada por un espejo convexo de radio de curvatura 15 cm es virtual, derecha, tiene una altura de 1 cm y está situada a 5 cm del espejo.

a) Determine la posición y la altura del objeto.
b) Dibuje el diagrama de rayos correspondiente.

a) Se determinará la posición del objeto a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{s} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s'}$$

Es importante destacar que el foco es la mitad del radio de la curvatura del espejo.

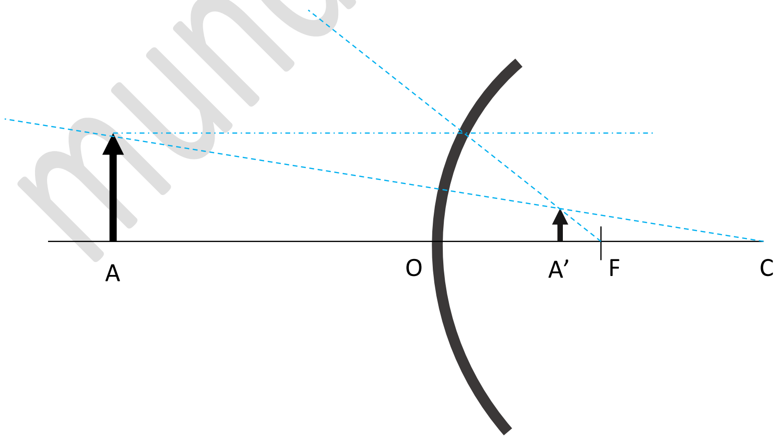
$$\frac{1}{s} = \frac{1}{7{,}5} - \frac{1}{5} = \frac{5 - 7{,}5}{37{,}5} = \frac{-2{,}5}{37{,}5} \rightarrow \boldsymbol{s = -15\ cm}$$

Para determinar la altura del objeto:

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} \rightarrow y' = y \cdot \frac{-s'}{s}$$

$$\boldsymbol{y'} = 1 \cdot \frac{15}{5} = \boldsymbol{3\ cm}$$

b)



mundoestudiante métodoBarbeito

Problema 5. Cuando se encuentra fuera del núcleo atómico, el neutrón es una partícula inestable con una vida media de 885,7 s. Determine:

a) El periodo de semidesintegración del neutrón y su constante de desintegración.

b) Una fuente de neutrones emite 1010 neutrones por segundo con una velocidad constante de 100 km s^{-1}. ¿Cuántos neutrones por segundo recorren una distancia de $3{,}7\cdot 10^5$ km sin desintegrarse?

a) El periodo de semidesintegración se determinará a partir de la siguiente expresión:

$$T_{1/2} = \ln(2) \cdot \tau$$

$$\boldsymbol{T_{1/2}} = \ln(2) \cdot 885{,}7 = \mathbf{613,92\ s}$$

Mientras que la constante de desintegración será:

$$\boldsymbol{\lambda} = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{885{,}7} = \mathbf{1,13 \cdot 10^{-3}\ s^{-1}}$$

b)

$$x = v \cdot t \rightarrow t = \frac{x}{v} = \frac{3{,}7 \cdot 10^5}{100} = 3{,}7 \cdot 10^3\ s$$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\boldsymbol{N} = 1010 \cdot e^{-1{,}13\cdot 10^{-3}\cdot 3{,}7\cdot 10^3} = 1010 \cdot 0{,}015$$
$$= \mathbf{15,44}\ neutrones\ de\ los\ 1010\ que\ emite\ por\ segundo.$$

OPCIÓN B

<u>Problema 1.</u> Un cuerpo esférico de densidad uniforme con un diámetro de $6{,}0\cdot 10^5$ km presenta una aceleración de la gravedad sobre su superficie de 125 m s^{-2}.

a) Determine la masa de dicho cuerpo.

b) Si un objeto describe una órbita circular concéntrica con el cuerpo esférico y un periodo de 12 h, ¿cuál será el radio de dicha órbita?

Dato: Constante de Gravitación Universal, $G = 6{,}67\cdot 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}.

a) Para deducir la fórmula de la aceleración de la gravedad, se igualan las siguientes expresiones:

$$F = \cancel{m} \cdot g = \frac{GM\cancel{m}}{r^2} \rightarrow g = \frac{GM}{r^2} \rightarrow M = \frac{gr^2}{G}$$

$$\boldsymbol{M} = \frac{125 \cdot (3 \cdot 10^8)^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11}} = \mathbf{1{,}70 \cdot 10^{29}}\ \boldsymbol{kg}$$

b) A partir de la tercera ley Kepler se puede calcular el radio de la órbita:

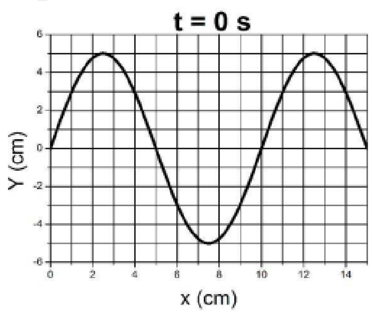
$$T^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{GM} \rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$$

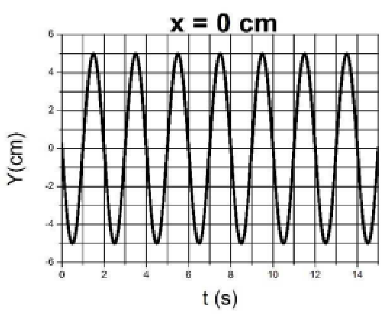
$$\boldsymbol{R} = \sqrt[3]{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}70 \cdot 10^{29} \cdot (12 \cdot 3600)^2}{4\pi^2}} = \mathbf{8{,}12 \cdot 10^8}\ \boldsymbol{m}$$

<u>Problema 2.</u> Una onda armónica transversal se propaga en el sentido de las x positivas. A partir de la información contenida en las figuras y justificando su respuesta:

a) Determine el periodo, la frecuencia, el número de onda y la longitud de onda.

b) Escriba la expresión de la función de onda.





a) El periodo se puede deducir a partir de la gráfica x = 0 cm, ya que cada 2 segundos s se alcanza la misma posición. Es decir, **T = 2s**.

$$\boldsymbol{f} = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = \mathbf{0,5\ Hz}$$

A partir de la gráfica t = 0 s se puede deducir la longitud de onda, entonces**: λ = 10 cm**.

$$\boldsymbol{k} = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,1} = \boldsymbol{20\pi\ rad/m}$$

b) La expresión de la función de onda viene dada por:

$$y(x,t) = A \cdot sen(\omega t - kx + \varphi_0)$$

La amplitud se obtiene a partir de la gráfica t = 0s, y tiene un valor de 5 cm.

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 0,5 = \pi\, rad/s$$

Además, sabemos que a t = 0 s, la elongación es 0, por lo que $\varphi_0 = 0$

Como se propaga en el sentido positivo del eje x, kx será negativo.

Es decir:

$$\boldsymbol{y(x,t) = 5 \cdot 10^{-2} \cdot sen(\pi t - 20\pi x)}\ [\boldsymbol{x\ e\ y en\ m, t\ en\ s}]$$

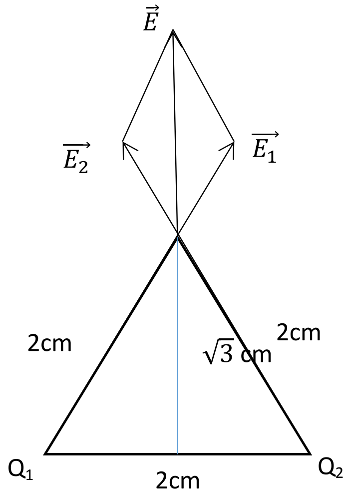
<u>Problema 3</u>. Dos cargas de 2 nC se sitúan en los vértices de la base de un triángulo equilátero de lado 2 cm que se encuentra situada sobre el eje de abscisas. El punto medio de la base está en el origen de coordenadas y el vértice superior en el semieje positivo de ordenadas. Determine:

a) El campo eléctrico y el potencial eléctrico creado por las cargas en el vértice libre.

b) La fuerza que las cargas positivas ejercerían sobre una carga de -2 nC situada en el vértice libre del triángulo.

Dato: Constante de la Ley de Coulomb, $K = 9\cdot 10^9\ N\,m^2\,C^{-2}$.

a) El campo eléctrico es una magnitud vectorial. Por este motivo, en primer lugar se realizará una representación gráfica en la que se indiquen las componentes x e y del campo creado por las cargas 1 y 2. A continuación, se sumarán todas las componentes x, todas las componentes y, y se calculará el campo resultante:



$$E_1 = \frac{K \cdot Q_1}{d_1^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{(0{,}02)^2} = 45000\,\frac{N}{C}$$

$$E_{1x} = E_1 \cdot cos\alpha = 45000 \cdot \frac{1}{2} = 22500\,\frac{N}{C}$$

$$E_{1y} = E_1 \cdot sen\alpha = 45000 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 38971\,\frac{N}{C}$$

$$E_2 = \frac{K \cdot Q_1}{d_2^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{(0{,}02)^2} = 45000\,\frac{N}{C}$$

$$E_{2x} = E_2 \cdot cos\alpha = 45000 \cdot \frac{1}{2} = 22500\,\frac{N}{C}$$

$$E_{2y} = E_2 \cdot sen\alpha = 45000 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 38971\,\frac{N}{C}$$

$$E_x = E_{1x} - E_{2x} = 0$$

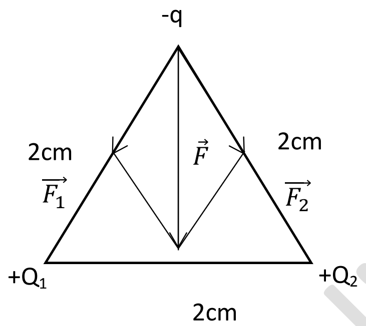
$$E_y = E_{1y} + E_{2y} = 38971 + 38971 = 77942\,\frac{N}{C}$$

$$\boldsymbol{E} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{(77942)^2} = \boldsymbol{77942\,\frac{N}{C}}$$

Por otro lado, el potencial eléctrico, como es una magnitud escalar, se determina directamente a partir de la fórmula:

$$\boldsymbol{V} = V_1 + V_2 = \frac{kQ_1}{d_1} + \frac{kQ_2}{d_2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{0{,}02} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{0{,}02} = \mathbf{1800\ V}$$

b) Para obtener la fuerza resultante se realizará el mismo proceso que al obtener el campo en el punto indicado:



$$F_1 = \frac{K \cdot Q_1 \cdot q}{d_1^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{(0{,}02)^2} = 9 \cdot 10^{-5}\ N$$

$$F_{1x} = F_1 \cdot cos\alpha = 9 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{1}{2} = 4{,}5 \cdot 10^{-5}\ N$$

$$F_{1y} = F_1 \cdot sen\alpha = 9 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 7{,}8 \cdot 10^{-5}\ N$$

$$F_2 = \frac{K \cdot Q_2 \cdot q}{d_2^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{(0{,}02)^2} = 9 \cdot 10^{-5}\ N$$

$$F_{2x} = F_2 \cdot cos\alpha = 9 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{1}{2} = 4{,}5 \cdot 10^{-5}\ N$$

$$F_{2y} = F_2 \cdot sen\alpha = 9 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 7{,}8 \cdot 10^{-5}\ N$$

$$F_x = F_{2x} - F_{1x} = 0$$

$$F_y = -F_{1y} - F_{2y} = -7{,}8 \cdot 10^{-5} - 7{,}8 \cdot 10^{-5} = -1{,}56 \cdot 10^{-4}\ N$$

$$\boldsymbol{F} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(-1{,}56 \cdot 10^{-4})^2} = \mathbf{1{,}56 \cdot 10^{-4}\ N}$$

Problema 4. Cierta lente delgada de distancia focal 6 cm genera, de un objeto real, una imagen derecha y menor, de 1 cm de altura y situada 4 cm a la izquierda del centro óptico. Determine:

a) La posición y el tamaño del objeto.

b) El tipo de lente (convergente/divergente) y realice su diagrama de rayos.

a) Se determinará la posición del objeto a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}\rightarrow\frac{1}{s}=\frac{1}{s'}-\frac{1}{f'}\rightarrow s=\frac{1}{\frac{1}{s'}-\frac{1}{f'}}$$

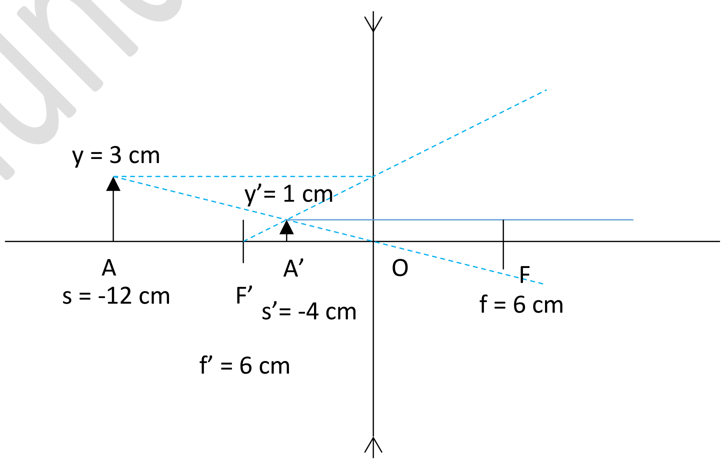
$$\boldsymbol{s}=\frac{1}{\frac{1}{-4}-\frac{1}{-6}}=\frac{1}{\frac{6}{-24}-\frac{4}{-24}}=\frac{1}{\frac{2}{-24}}=\boldsymbol{-12\ cm}$$

Para determinar el tamaño del objeto:

$$A=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}\rightarrow y=y'\cdot\frac{s}{s'}$$

$$\boldsymbol{y}=1\cdot\frac{-12}{-4}=\boldsymbol{3\ cm}$$

b) La imagen formada es derecha y menor. Además, como s' = 4 cm, la imagen se encuentra entre el centro y el foco, por lo que se trata de una lente divergente:



Problema 5. Dos núcleos de deuterio (2H) y tritio (3H) reaccionan para producir un núcleo de helio (4He) y un neutrón, liberando 17,55 MeV durante el proceso.

a) Suponiendo que el núcleo de helio se lleva en forma de energía cinética el 25% de la energía liberada y que se comporta como una partícula no relativista, determine su velocidad y su longitud de onda de De Broglie.

b) Determine la longitud de onda de un fotón cuya energía fuese el 75% de la energía liberada en la reacción anterior.

Datos: Masa del núcleo de Helio, mHe=$6{,}62\cdot10^{-27}$ *kg; Velocidad de la luz en el vacío, c=*$3\cdot10^{8}$ *m* s^{-1}*; Valor absoluto de la carga del electrón, e=*$1{,}6\cdot10^{-19}$ *C; Constante de Planck, h=*$6{,}63\cdot10^{-34}$ *J* s^{-1}*.*

a) $17{,}55\ MeV = 17{,}55\cdot 106\ eV\cdot\frac{1{,}6\cdot10^{-19}}{eV} = 2{,}8\cdot10^{-12}\ J$

Como un 25% se lleva en forma de energía cinética, esta tendrá un valor de:

$$Ec = 0{,}25E = 0{,}25\cdot 2{,}8\cdot10^{-12} = 7{,}02\cdot10^{-13}\ J$$

$$Ec = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow \boldsymbol{v} = \sqrt{\frac{2Ec}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot 7{,}02\cdot10^{-13}}{6{,}62\cdot10^{-27}}} = \boldsymbol{1{,}46\cdot10^{7}\ \frac{m}{s}}$$

Por otro lado, la longitud de onda de Boglie se determina a partir de la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{\lambda} = \frac{h}{m\cdot v} = \frac{6{,}63\cdot10^{-34}}{6{,}62\cdot10^{-27}\cdot 1{,}46\cdot10^{7}} = \boldsymbol{6{,}9\cdot10^{-15}\ m}$$

b) Como la energía es un 75% de la liberada en la reacción anterior:

$$E = 0{,}75\cdot 2{,}8\cdot10^{-12} = 2{,}1\cdot10^{-12}\ J$$

$$E = h\cdot f = h\cdot\frac{c}{\lambda} \rightarrow \boldsymbol{\lambda} = \frac{h\cdot c}{E} = \frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot 3\cdot10^{8}}{2{,}1\cdot10^{-12}} = \boldsymbol{9{,}47\cdot10^{-14}\ m}$$