

1

**SI ENCUENTRAS ALGÚN ERROR COMUNÍCALO, POR FAVOR, AL CORREO DE LA PÁGINA WEB.**



## PREPARAR EL EXAMEN FINAL DE FÍSICA 2024

1. Se supone que la energía mecánica total de un satélite de 1485 kg en órbita circular alrededor de la Tierra es de  $-7,28 \times 10^{10}$  J. La masa de la Tierra es de  $5,972 \times 10^{24}$  kg. Calcula:

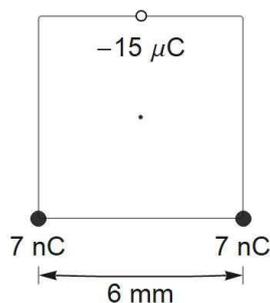
- La energía potencial del satélite.
- La velocidad del satélite en km/s.
- El radio de la órbita en km.

$$\left. \begin{array}{l} \text{a.} \\ E_{\text{potencial}} = -G \cdot \frac{M \cdot m}{d} = -\frac{9'8 \cdot R_T^2 \cdot m}{d} \\ E_{\text{mecánica}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - G \cdot \frac{M \cdot m}{d} = -\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M \cdot m}{d} \end{array} \right\} E_{\text{pot.}} = 2 \cdot E_{\text{mec.}} = -1,456 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{b.} \\ E_{\text{cin.}} = -E_{\text{mec.}} \\ E_{\text{cin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \end{array} \right\} 7,28 \cdot 10^{10} = \frac{1}{2} \cdot 1485 \cdot v^2 \rightarrow v = 9902 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 9,902 \frac{\text{Km}}{\text{s}}$$

$$\text{c.} \\ E_{\text{potencial}} = -G \cdot \frac{M \cdot m}{d} \rightarrow d = \frac{-G \cdot M \cdot m}{E_{\text{pot.}}} = 4085107 \text{ m.} = 4085 \text{ Km.}$$

2. a) Calcula el módulo de la fuerza sobre la carga negativa a causa de la interacción eléctrica con las dos cargas puntuales positivas ubicadas en un cuadrado como representa la figura.  
 b) El potencial eléctrico en el centro del cuadrado a causa de las dos cargas positivas es de 29,7 kV. Calcula el módulo del trabajo necesario para llevar la carga negativa desde la posición mostrada en la figura hasta el centro del cuadrado.



a.

1. Coordenadas de las cargas y punto a estudiar.

$$A = (0,0), B = (6 \cdot 10^{-3}, 0) \text{ y } C = (3 \cdot 10^{-3}, 6 \cdot 10^{-3})$$

2. Vectores que unen cargas con punto a estudiar.

$$\vec{AC} = (3 \cdot 10^{-3}, 6 \cdot 10^{-3}); |\vec{AC}| = 6,708 \cdot 10^{-3}$$

$$\vec{BC} = (-3 \cdot 10^{-3}, 6 \cdot 10^{-3}); |\vec{BC}| = 6,708 \cdot 10^{-3}$$

3. Cálculos.

$$\vec{F} = K \cdot \frac{Q \cdot q}{d^3} \cdot \vec{d} = \begin{cases} \vec{F}_A = (-9'39, -18,78) \text{ N} \\ \vec{F}_B = (9'39, -18,78) \text{ N} \end{cases} \rightarrow \vec{F} = (0, -37'56) \text{ N}$$

b.

$$W = Q \cdot (V_P - V_M) \rightarrow \begin{cases} V_P = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{7 \cdot 10^{-9}}{6,708 \cdot 10^{-3}} = 18784 \text{ V.} \\ V_M = 29700 \text{ V.} \end{cases} \rightarrow W = -0,164 \text{ J}$$

- 3. a. Calcula cuantas vueltas completas da un protón a 290 km/s durante 3 μs. Dentro de un campo magnético de 0,5 T perpendicular a la velocidad. Masa del protón = 1,673 × 10<sup>-27</sup> kg.**  
**b. ¿Si durante un tiempo dado el protón completase 10 vueltas, cuantas vueltas completaría otro protón en las mismas condiciones, pero con una velocidad doble?**

a.

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{q \cdot B} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1,673 \cdot 10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,5} = 1,31 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

$$\text{n}^\circ \text{ de vueltas} = \frac{t}{T} = \frac{3 \cdot 10^{-6}}{1,31 \cdot 10^{-7}} = 22,8 \text{ vueltas.} = 22 \text{ vueltas completas.}$$

b.

Según la relación  $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{q \cdot B}$ , el periodo no depende de v. Dará las mismas.

**4. Escribe las ecuaciones de unas ondas armónicas con las características siguientes, usando en ambos casos la función seno con una fase si fuera necesario.**

**a. Propagación hacia la izquierda, número de onda 5,2 m<sup>-1</sup>, frecuencia angular 1,9 rad/s., amplitud 12 cm. y perturbación nula en el origen de coordenadas en el instante t = 0.**

**b. Velocidad de propagación 5 m/s. hacia la derecha, amplitud 3 cm. velocidad máxima de vibración de las partículas de la onda 6 cm/s. y perturbación máxima en el origen de coordenadas a t = 0.**

3

$$\left\{ \begin{array}{l} k = 5,2 \text{ m}^{-1} \\ \omega = 1,9 \frac{\text{Rad}}{\text{s}} \\ A = 0,12 \text{ m.} \\ y = 0 \text{ si } x = 0 \text{ y } t = 0 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} y(x, t) = 0,12 \cdot \text{sen}(5,2x + 1,9t + \varphi_0) \\ 0 = 0,12 \cdot \text{sen}(0 + 0 + \varphi_0) \rightarrow \varphi_0 = 0 \end{array} \right.$$

$$y = 0,12 \cdot \text{sen}(5,2x + 1,9t) \text{ S.I.}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} v_{\text{prop.}} = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \rightarrow v_{\text{prop.}} = \frac{\omega}{k} \rightarrow k = \frac{\omega}{v_{\text{prop.}}} = 0,4 \text{ m}^{-1} \\ v_{\text{máx.}} = 0,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \rightarrow v_{\text{máx.}} = A \cdot \omega \rightarrow \omega = \frac{v_{\text{máx.}}}{A} = 2 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \\ A = 0,03 \text{ m.} \\ y = 0,03 \text{ m. si } x = 0 \text{ y } t = 0 \end{array} \right.$$

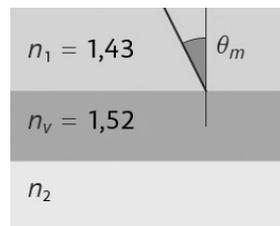
$$\left. \begin{array}{l} y(x, t) = 0,03 \cdot \text{sen}(0,4x - 2t + \varphi_0) \\ 0,03 = 0,03 \cdot \text{sen}(0 + 0 + \varphi_0) \rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \end{array} \right\} y(x, t) = 0,03 \cdot \text{sen} \left( 0,4x - 2t + \frac{\pi}{2} \right)$$

5. Un vidrio de índice de refracción 1,52, grueso, de caras planoparalelas y horizontal, separa dos líquidos. El líquido de arriba tiene un índice de refracción 1,43.

a. Calcula el ángulo del rayo refractado dentro del vidrio, si el rayo llega por el líquido de arriba formando 31° con la vertical

b. Calcula el índice de refracción del líquido por debajo del vidrio, si el ángulo límite para la refracción entre el vidrio y dicho líquido es de 66°.

c. El líquido de abajo se cambia por un líquido de índice de refracción 1,35. Calcula el ángulo de incidencia mínimo (ver figura) para que un rayo que llega por el líquido superior, se refleje totalmente en la cara inferior del vidrio.



a.

$$\text{Ley de Snell: } n_1 \cdot \text{sen } \hat{i} = n_2 \cdot \text{sen } \hat{r} \rightarrow 1,43 \cdot \text{sen}31 = 1,52 \cdot \text{sen}r \rightarrow r = 28,98^\circ$$

b,

$$\text{Ley de Snell: } n_1 \cdot \text{sen } \hat{l} = n_2 \cdot \text{sen } 90^\circ \rightarrow 1,52 \cdot \text{sen}66 = n_2 \rightarrow n_2 = 1,39$$

c,

$$\text{Ley de Snell: } n_1 \cdot \text{sen } \hat{l} = n_2 \cdot \text{sen } 90^\circ \rightarrow 1,52 \cdot \text{sen}l = 1,35 \rightarrow \hat{l} = 62,64^\circ$$

$$\text{Ley de Snell: } n_1 \cdot \text{sen } \hat{l} = n_2 \cdot \text{sen } 90^\circ \rightarrow 1,43 \cdot \text{sen}i = 1,52 \cdot \text{sen}62,64^\circ \rightarrow i = 70,74^\circ$$

6. Considera que una sonda sin propulsión se dirige hacia Marte y que se acerca a 8,30 km/s. cuando está a 25400 km. del centro del planeta. Calcula la velocidad de la sonda cuando la distancia se ha reducido a la mitad. Masa de Marte a  $6,4185 \times 10^{23}$  kg.

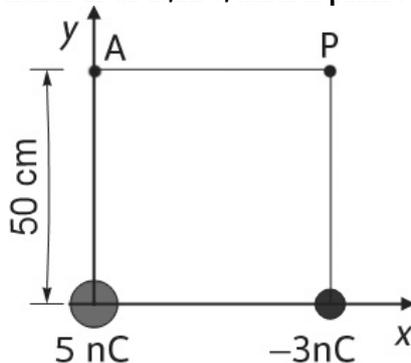
Conservación de la energía mecánica:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 - G \frac{M \cdot m}{d_0} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 - G \frac{M \cdot m}{d_1} \rightarrow v_0^2 - 2 \cdot G \frac{M}{d_0} = v_1^2 - 2 \cdot G \frac{M}{d_1}$$

$$8300^2 - 2 \cdot G \cdot \frac{6,4185 \cdot 10^{23}}{25400000} = v_1^2 - 2 \cdot G \frac{6,4185 \cdot 10^{23}}{12700000} \rightarrow v_1 = 8501 \frac{m}{s}$$

7. En los vértices de la base de un cuadrado con los lados de 50 cm. hay dos cargas puntuales como muestra la figura adjunta.

- Dibuja la dirección y el sentido del campo eléctrico que crea cada carga en el punto P.
- Calcula el vector campo eléctrico en el punto P a causa de cada carga por separado.
- Calcula el ángulo entre la dirección x positiva y el campo eléctrico total en el punto P.
- Calcula el módulo del trabajo que se ha de hacer para mover una partícula cargada con 1,4 mC desde el punto A, donde el potencial es de 51,82 V, hasta al punto P.



b.

1. Coordenadas de las cargas y punto a estudiar.

$$O = (0,0), B = (0,5,0) \text{ y } P = (0,5,0,5)$$

2. Vectores que unen cargas con punto a estudiar.

$$\vec{OP} = (0,5,0,5); |\vec{OP}| = 0,707$$

$$\vec{BP} = (0,0,5); |\vec{BP}| = 0,5$$

3. Cálculos.

$$\vec{E} = K \cdot \frac{Q}{d^3} \cdot \vec{d} \rightarrow \begin{cases} \vec{E}_O = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-9}}{0,707^3} \cdot (0,5,0,5) = (63,67,63,67) \frac{N}{C} \\ \vec{E}_B = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-3 \cdot 10^{-9}}{0,5^3} \cdot (0,0,5) = (0, -108) \frac{N}{C} \end{cases}$$

c.

$$E_{\text{total}} = (63,67, -44,33) \frac{N}{C} \rightarrow \tan \alpha = \frac{-44,33}{63,67} \rightarrow \alpha = -34,85^\circ$$

d.

5

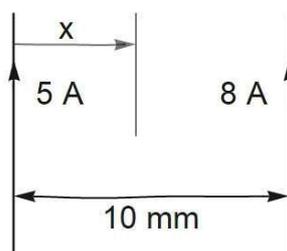
$$W = Q \cdot (V_P - V_A) \rightarrow \begin{cases} V_P = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-9}}{0,707} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-3 \cdot 10^{-9}}{0,5} = 9,65 \text{ V.} \\ V_A = 51,82 \text{ V.} \end{cases}$$

$$W = -59,038 \mu\text{J.}$$

8. a. Calcula la fuerza magnética por unidad de longitud entre dos hilos conductores, rectos y de longitud infinita, con las corrientes y la separación indicadas en la figura. Establece si la fuerza es atractiva o repulsiva.

b. Se añade un hilo en paralelo a  $x = 4,5 \text{ mm}$ . del hilo de la izquierda. Calcula, suponiendo que lleva una corriente de 3 A. hacia arriba, la fuerza por unidad de longitud sobre este hilo a causa de los otros dos. Indica la dirección y el sentido de la fuerza.

c. Determina la distancia  $x$  y el sentido de la corriente de 3 A. en el hilo central para que la fuerza magnética total a causa de los otros dos hilos sea nula.



a.

$$\frac{F}{L} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I \cdot I'}{d} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{5 \cdot 8}{0,01} = 8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Al ser las corrientes del mismo sentido la fuerza es atractiva.

b. Cada uno de los hilos atraen al central. Debemos restar los módulos.

$$\frac{F}{L} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I \cdot I'}{d} \rightarrow \frac{F}{L} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \left( \frac{8 \cdot 3}{0,0055} - \frac{5 \cdot 3}{0,0045} \right) = 0,206 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

c. Si la corriente es hacia arriba, el hilo central se ve atraído por cada uno de los hilos laterales. Si la atracción es del mismo módulo, se anularán.

Si la corriente es hacia abajo, el hilo central se ve repelido por cada uno de los hilos laterales. Si la repulsión es del mismo módulo, se anularán.

$$\left( \frac{F}{L} \right)_1 = \left( \frac{F}{L} \right)_2 \rightarrow 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{5 \cdot 3}{x} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{8 \cdot 3}{0,01 - x} \rightarrow x = 3,85 \text{ mm.}$$

9. Considera la onda  $y(x, t) = 18 \cos(2\pi x/12 + 4\pi t)$ , donde  $y$  se expresa en centímetros  $x$  en metros y  $t$  en segundos.

a. Indica un tiempo positivo, cuando la perturbación se anula en el origen de coordenadas.

b. ¿Qué vale la longitud de onda?

c. Determina que vale la perturbación en  $x = 45 \text{ m}$ . y  $t = 0$ .

d. En un instante dado la perturbación es nula en  $x = 47 \text{ m}$ . Determina los valores de  $x$  más cercanos y a cada lado de esta posición, donde la perturbación también es nula.

6

a.

$$y = 18\cos\left(\frac{2\pi x}{12} + 4\pi t\right) \rightarrow 0 = 18\cos(0 + 4\pi t) \rightarrow 4\pi t = \frac{\pi}{2} \rightarrow t = \frac{1}{8} \text{ s.}$$

b.

$$k = \frac{2\pi}{12} = \frac{\pi}{6} \rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = 12 \text{ m.}$$

c.

$$y = 18\cos\left(\frac{2\pi x}{12} + 4\pi t\right) \rightarrow y = 18\cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 45}{12} + 0\right) = 0$$

d. La perturbación de la onda se anula cada  $\lambda/2$ , es decir, cada 6 m.

$$47 - 6 = 41 \text{ m.}$$

$$47 + 6 = 53 \text{ m.}$$

**10. Una vela a 80 cm. de una lente delgada, se enfoca sobre una pantalla a 120 cm. de la lente.**

**a. Calcula la altura de la imagen de la vela si la misma tiene 2,1 cm. de altura. ¿Cómo es la imagen?**

**b. ¿Cuál es la distancia focal de la lente usada?**

a.

$$\left. \begin{array}{l} s = -80 \\ s' = 120 \end{array} \right\} \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \rightarrow y' = \frac{y \cdot s'}{s} = \frac{2,1 \cdot 120}{-80} = -3,15 \text{ cm.}$$

El signo negativo de  $y'$  implica que la imagen es invertida y, por tanto, real.

b.

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \rightarrow f' = \frac{s \cdot s'}{s - s'} = \frac{-80 \cdot 120}{-80 - 120} = 48 \text{ cm.}$$

**11. Si la semivida del elemento radiactivo de una muestra es de 5 ms., calcula el tiempo que habría de pasar para que la actividad de la muestra fuese la parte del valor inicial igual a:**

**a. La mitad.**

**b. La octava parte.**

**c. La tercera parte.**

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5 \cdot 10^{-3}} = 138,63 \text{ s}^{-1}.$$

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \rightarrow t = \frac{\ln \frac{A_0}{A}}{\lambda} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} t = \frac{\ln \frac{A_0}{\frac{1}{2}A_0}}{138,63} = \frac{\ln 2}{138,63} = 0,005 \text{ s. (a)} \\ t = \frac{\ln \frac{A_0}{\frac{1}{8}A_0}}{138,63} = \frac{\ln 8}{138,63} = 0,015 \text{ s. (b)} \\ t = \frac{\ln \frac{A_0}{\frac{1}{3}A_0}}{138,63} = \frac{\ln 3}{138,63} = 0,00792 \text{ s. (c)} \end{array} \right.$$

12. a. Calcular la longitud de onda de una radiación incidente sobre una placa metálica que provoca el efecto fotoeléctrico con un trabajo de extracción de 2 eV y una velocidad máxima para los electrones de 501010 m/s.
- b. Calcular la longitud de onda umbral de una placa metálica, sabiendo que con una radiación incidente de  $1,5 \cdot 10^{14}$  Hz posee un potencial de frenado de 2,8  $\mu$ V.
- c. Calcular la energía cinética de los electrones que saltan de una placa metálica, por efecto fotoeléctrico, si la longitud de onda de la radiación incidente es  $6 \cdot 10^{-8}$  m y la frecuencia umbral  $4,5 \cdot 10^{15}$  Hz.

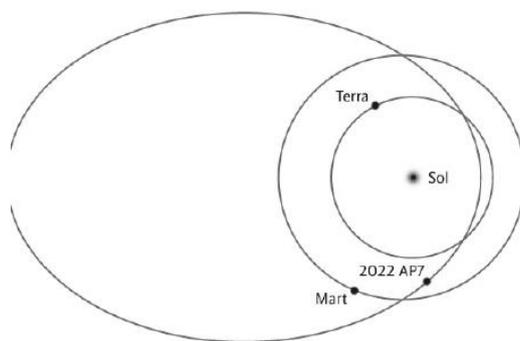
$$\begin{cases} W_{\text{ext}} = 2 \text{ eV} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J} \\ v_e = 501010 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ \lambda = 4,57 \cdot 10^{-7} \text{ m} \end{cases} \rightarrow h \frac{c}{\lambda} = W_{\text{ext.}} + \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e^2$$

$$\begin{cases} f_{\text{inc.}} = 1,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz.} \\ V_{\text{frenado}} = 2,8 \mu\text{V} \end{cases} \rightarrow h \cdot f = h \frac{c}{\lambda_0} + V_f \cdot q_e \rightarrow \lambda_0 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$

$$\begin{cases} f_0 = 4,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz.} \\ \lambda_{\text{inc.}} = 6 \cdot 10^{-8} \text{ m.} \end{cases} \rightarrow h \frac{c}{\lambda} = h \cdot f_0 + E_{c(e)} \rightarrow E_{c(e)} = 3,31 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

13. En enero de 2022 se descubrió el asteroide 2022 AP7, que tiene parte de la órbita cerca de la órbita terrestre. En la figura, se comparan las medidas de las órbitas del asteroide, Marte y la Tierra. El semieje mayor de la órbita terrestre hace 1 ua aproximadamente, y el del asteroide, 2,924 ua.

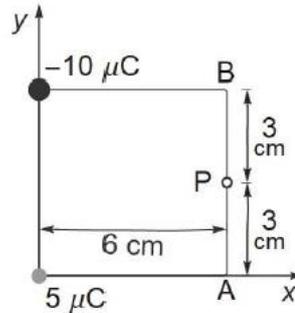
- a. Calcular el período orbital en años del asteroide aplicando una ley de Kepler.
- b. El afelio de la órbita del asteroide se encuentra a 5,015 ua, y el perihelio, a 0,833 ua. Calcula el cociente entre la energía potencial gravitatoria en el perihelio y la energía potencial en el afelio.
- c. Si el asteroide perdiera toda la velocidad orbital en el afelio y cayera en línea recta hacia el Sol, calcula la velocidad del asteroide cuando se encuentre a 1 ua del Sol.
- Masa del Sol:  $2 \cdot 10^{30}$  kg.



- a.  $T = 5$  años.  
 b. 6,02  
 c. 37,7 km/s

14. Dos cargas puntuales de  $5 \mu\text{C}$  y  $-10 \mu\text{C}$  están sobre el eje y separadas  $6 \text{ cm}$  como muestra la figura adjunta.

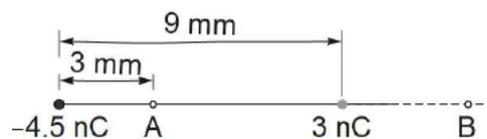
- Calculad y dibuja los vectores que dan los campos eléctricos en el punto B debido a cada carga por separado.
- Calculad el módulo del campo total a B.
- Determina el ángulo en grados que forma el campo total con la línea recta que pasa por A y B.



- $E_1 = (4,42; 4,42) \text{ MN/C}$  y  $E_2 = (-25; 0) \text{ MN/C}$
- $21 \text{ MN/C}$
- $77,9^\circ$

15. Dos partículas con cargas eléctricas de  $-4.5 \text{ nC}$  y  $3 \text{ nC}$  están separadas  $9 \text{ mm}$ . Calculad:

- El potencial eléctrico en el punto A que está entre las partículas, a  $3 \text{ mm}$  de la partícula de carga negativa.
- El campo eléctrico en el punto B de la línea recta que pasa por las cargas, a la derecha de la carga positiva, donde el potencial es nulo.
- El trabajo que hace una fuerza externa para alejar la carga negativa de  $9 \text{ mm}$  a  $18 \text{ mm}$  de la carga positiva.



- $V = -9000 \text{ V}$ .
- $E = 27800 \text{ N/C}$ .
- $6,75 \mu\text{J}$

16. La intensidad de un sonido con un frente de onda esférico es de  $86.0 \text{ dB}$  a  $20 \text{ m}$  de la fuente. Calcula:

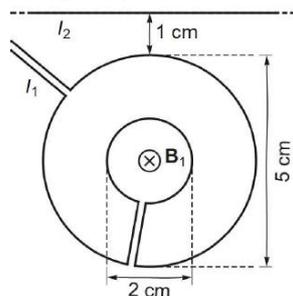
- Los decibelios que se miden a  $50 \text{ m}$  de la fuente.
- La distancia de la fuente donde se miden  $83.0 \text{ dB}$ .
- El aumento en decibelios de la intensidad del sonido cuando la distancia a la fuente se divide por cuatro desde cualquier distancia inicial.

- $78 \text{ dB}$ .
- $28,3 \text{ m}$ .

c. 12 dB.

17. La corriente eléctrica de intensidad  $I_1$  en un hilo que forma dos espiras circulares concéntricas como las de la figura crea un campo magnético  $B_1$  en el centro de las espiras de  $151 \mu\text{T}$  dirigido hacia dentro del plano. Las partes rectas del circuito tienen un efecto despreciable sobre el valor del campo. Determinad:

- El sentido de la corriente en cada espira y el valor de  $I_1$ .
- El sentido y el valor de la corriente  $I_2$ , en un hilo recto infinito situado en el mismo plano de las espiras y en la distancia mostrada a la figura, para anular el campo  $B_1$ .



- Grande sentido antihorario. Pequeña sentido horario.  $I = 4,01 \text{ A}$ .
- Hacia la izquierda,  $I = 26,4 \text{ A}$ .

18. Con un electroimán se genera un campo magnético uniforme que cambia con el tiempo y es perpendicular al plano de una espira circular de 20 cm de diámetro. La intensidad del campo está dada por  $B(t) = 50 \cos(\omega t - 0,2 \text{ rad}) \text{ mT}$ .

- Calculad la velocidad angular necesaria para que la fuerza electromotriz máxima en la espira sea de 0,3 V.
- Si la velocidad angular  $\omega$  es de 4,7 rad/s, determina cuál es el primer instante después de  $t = 0$  cuando el flujo es nulo y el primero cuando la fuerza electromotriz es nula.

- $\omega = 191 \text{ rad/s}$ .
- 0,377 s y 0,043 s.

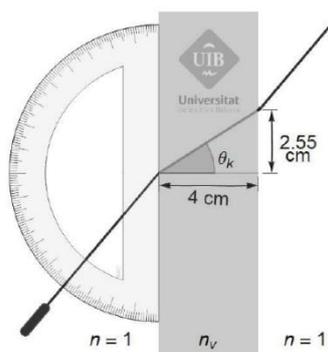
19. a) La imagen de un objeto de 3 mm de altura, con el pie a 200 mm de una lente delgada, es virtual y tiene 9 mm de altura. Calculad la distancia focal en milímetros de la lente y escriba explícitamente si la lente es convergente o divergente.  
b. Se quiere construir un telescopio de Galileo con una lente de +150 mm de distancia focal. ¿Qué otra lente se debe usar para que el telescopio tenga 3 aumentos? Cuál de las dos ¿Será el ocular? ¿Qué separación habrá entre las lentes en el telescopio cuando se miran objetos lejanos?

- 300 mm.
- Aumento =  $-\frac{\text{Distancia focal objetivo}}{\text{Distancia focal ocular}} \rightarrow DF_{\text{ocular}} = \frac{-150}{3} = -50 \text{ mm}$ .

Se trata de una lente convergente (objetivo) de distancia focal 150 mm. y una lente divergente (ocular) de distancia focal -50 mm. Es importante hacer coincidir el foco imagen del objetivo con el foco objeto del ocular. Por tanto la distancia entre lentes será de 100 mm.

20. Un rayo de luz atraviesa una lámina de vidrio de índice de refracción  $n_v$  y 4 cm de grosor como muestra la figura, donde el transportador de ángulos tiene 180 divisiones. El punto de salida del rayo está 2.55 cm más arriba que el punto de entrada.

- Determina el valor del ángulo  $\theta_k$ .
- Calcula el índice de refracción del vidrio.
- El rayo a la salida del vidrio dibujado en la figura adjunta parece que sigue una línea paralela a la del rayo antes de entrar dentro lámina. Justificad con la ley de Snell si el rayo es realmente paralelo o sólo lo parece.



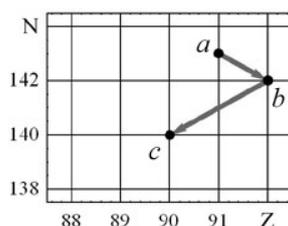
- 32,5°
- 1,42
- Es, efectivamente, paralelo.

21. Una luz monocromática de 310 nm ilumina una placa de silicio. Calculad:

- La energía de los fotones en eV.
- La energía en eV y la velocidad máxima en km/s de los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico.
- La velocidad máxima de los electrones después de duplicar la intensidad máxima de la luz monocromática.
- La velocidad máxima de los electrones con la luz inicial después de cambiar la placa de silicio por una de sodio.

- 4 eV.
- 0,418 eV.
- 383 km/s. La velocidad máxima no depende de la intensidad.
- 779 km/s.

22. Los puntos en el gráfico representan isótopos de  $Z$  protones y  $N$  neutrones y las flechas, tipos de desintegración. ¿Cuáles son los números atómicos y másicos de los isótopos a, b y c? ¿Y los tipos de desintegraciones en  $a \rightarrow b$  y  $b \rightarrow c$ ?



$${}_{91}^{143}\text{A} + {}_{91}^{234}\text{A} = {}_{92}^{234}\text{B} + {}_{90}^{230}\text{C}$$

$$a \rightarrow b: {}_{91}^{234}\text{A} \rightarrow {}_{92}^{234}\text{B} + {}_{-1}^0\beta^-$$

$$b \rightarrow c: {}_{92}^{234}\text{B} \rightarrow {}_{90}^{230}\text{C} + {}_2^4\alpha$$

23. Un satélite de la constelación OneWeb, de 150 kg de masa, se encuentra en una órbita circular alrededor de la Tierra a una altura de 1200 km sobre el nivel del mar. Determine:

- Las energías potencial gravitatoria y cinética que tiene el satélite en su órbita.
- La energía que fue necesario comunicar al satélite para ponerlo en órbita desde la superficie de la Tierra.

Datos: Constante de Gravitación Universal,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ; Masa de la Tierra,  $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ; Radio de la Tierra,  $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

- $E_p = -7,89 \cdot 10^9 \text{ J}$  y  $E_c = 3,95 \cdot 10^9 \text{ J}$ .
- $E = 5,43 \cdot 10^9 \text{ J}$ .

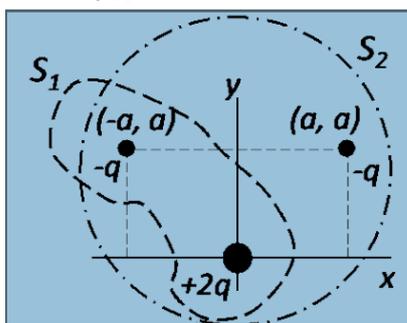
24. A lo largo de una cuerda se propaga en el sentido  $+x$  una onda transversal. El periodo de oscilación y la elongación máxima de un punto cualquiera de la cuerda son, respectivamente,  $4 \cdot 10^{-3} \text{ s}$  y 3 mm. La distancia mínima entre dos puntos cualesquiera de la cuerda que oscilan en fase es de 0,25 metros. En el instante  $2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$  la elongación de un punto situado a  $+0,5 \text{ m}$  del origen de coordenadas es de  $-1,5 \text{ mm}$  y su velocidad de oscilación en ese instante es positiva.

- Halle la frecuencia angular y la velocidad de propagación de la onda.
- Obtenga la expresión matemática que describe a la onda.

- $\omega = 500\pi \text{ rad/s}$  y  $v_{\text{propagación}} = 62,5 \text{ m/s}$
- $y = 3 \cdot 10^{-3} \cdot \text{sen} \left( 500\pi t - 8\pi x + \frac{5}{6}\pi \right) \text{ S.I.}$

25. Tres cargas  $-q$ ,  $-q$  y  $+2q$  se encuentran situadas en los puntos del plano  $(-a, a)$ ,  $(a, a)$  y  $(0, 0)$ , respectivamente, tal y como se describe en la figura. Determine, en función de la constante de Coulomb,  $K$ , el valor de la carga,  $q$ , y la distancia,  $a$ :

- La expresión de la fuerza electrostática que se ejerce sobre la carga situada en la posición  $(a, a)$  y la expresión del trabajo que habrá realizado esa fuerza electrostática para traer la carga  $-q$  desde el infinito a la posición  $(a, a)$ .
  - El flujo del campo eléctrico a través de las superficies cerradas  $S_1$  y  $S_2$ .
- Dato: Permitividad eléctrica del vacío;  $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$ .



a.  $F = -K \frac{q^2}{a^2} \cdot \left( \frac{1-2\sqrt{2}}{4}, \frac{-\sqrt{2}}{2} \right) \text{ N}; W = -K \frac{q^2}{a} \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \text{ J}$   
 b.  $\phi_1 = 4\pi Kq N \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}}$  y  $\phi_2 = 0$

26. Un objeto de 2 cm de altura se sitúa a 18 cm a la izquierda de una pantalla. Entre la pantalla y el objeto, a 14,2 cm de este, se sitúa una lente convergente.

a. Determine la distancia focal que debe tener la lente para que se enfoque la imagen del objeto sobre la pantalla y el tamaño de la imagen.

b. A continuación, se retira la pantalla y se sitúa a 5 cm a la derecha de la primera lente otra lente convergente de distancia focal 1,2 cm. ¿Dónde se formará la nueva imagen? Realice el correspondiente trazado de rayos.

a.  $s' = 3 \text{ cm}; y' = 0,54 \text{ cm}.$   
 b. En el infinito.

27. Se sospecha que un acuífero recibe aportes intermitentes de radón ( $^{222}\text{Rn}$ ). Para comprobarlo, se toman semanalmente medidas de la actividad radiactiva de muestras de agua. Una de esas medidas arroja un valor de 14 Bq para una muestra de un litro. Determine el valor de la medida de la siguiente semana, para otra muestra de un litro, en cada una de las siguientes condiciones:

a. Si no hubiese ningún aporte de  $^{222}\text{Rn}$  en el transcurso de esa semana.

b. Si el cuarto día de esa semana la concentración de  $^{222}\text{Rn}$  en el acuífero experimentase un aumento súbito de  $2 \cdot 10^{-16} \text{ g}$  por cada litro de agua. Datos: Período de semidesintegración del  $^{222}\text{Rn}$ ,  $T_{1/2} = 3,8 \text{ días}$ ; Masa atómica del  $^{222}\text{Rn}$ ,  $M_{^{222}\text{Rn}} = 222 \text{ u}$ ; Número de Avogadro,  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

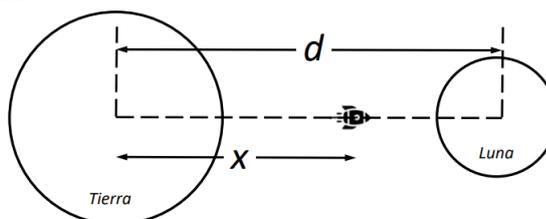
a. 3,92 Bq  
 b. 4,58 Bq

28. En la película Space Cowboys un amenazador satélite militar orbita alrededor de la Tierra a una altura de 1600 km sobre la superficie terrestre.

a. Calcule la velocidad orbital del satélite y el tiempo que tarda en dar una vuelta completa alrededor de la Tierra. Desprecie en este apartado la interacción gravitatoria de la Luna.

b. Para evitar que el satélite caiga a la Tierra se decide impulsarlo hacia la Luna. Determine la distancia  $x$  al centro de la Tierra, tal y como se muestra en la figura, a la que tendrá que llegar el satélite, para que el efecto del campo gravitatorio lunar sea superior al del campo gravitatorio terrestre.

Datos: Constante de Gravitación Universal,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ; Masa de la Tierra,  $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ; Radio de la Tierra;  $R_T = 6,37 \cdot 10^3 \text{ km}$ ; Masa de la Luna,  $M_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ ; Distancia de la Tierra a la Luna,  $d = 3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$ .



a.  $v = 7,07 \text{ km/s}$  y  $T = 7085 \text{ s}.$

b.  $346 \cdot 10^6$  m.

**29.** Un observador que se encuentra a 3 m de una fuente puntual sonora que emite en todas direcciones mide un nivel de intensidad sonora de 53 dB. Halle:

a. La intensidad sonora recibida por el observador y la potencia con la que emite la fuente puntual.

b. La distancia a la que debe situarse el observador para que el nivel de intensidad sonora percibido se reduzca a una cuarta parte. Dato: Intensidad umbral,  $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ .

a.  $I = 199,5 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$ ;  $P = 22,57 \cdot 10^{-6} \text{ W}$

b. 291,3 m.

**30.** Un ion de  $\text{He}^+$  se sitúa inicialmente en reposo dentro de una región del espacio donde existe un campo eléctrico homogéneo de  $10^3 \text{ V m}^{-1}$  que está dirigido a lo largo del eje +x.

a. Calcule la aceleración que experimenta el ion en el instante inicial.

b. Determine la fuerza total sobre el ion si a los  $20 \mu\text{s}$  de ser depositado se aplica un campo magnético homogéneo de 0,6 T a lo largo del eje +y.

Datos: Masa atómica del ion de  $\text{He}^+$ ,  $M_{\text{He}} = 4 \text{ u}$ ; Número de Avogadro,  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ; Valor absoluto de la carga del electrón,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

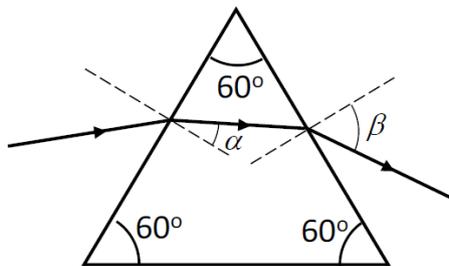
a.  $2,41 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}^2$

b.  $4,63 \cdot 10^{-14} \text{ N}$ .

**31.** Un rayo de luz incide sobre la cara izquierda del prisma de la figura, el cual está construido con un material cuyo índice de refracción vale 1,66.

a. Determine los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$  de la trayectoria que sigue el rayo de luz que entra en el prisma desde el aire con un ángulo de incidencia de  $50^\circ$ .

b. Calcule el ángulo límite con el que deberá incidir desde el aire el rayo de luz para que este no emerja del prisma. Dato: Índice de refracción del aire,  $n = 1$ .



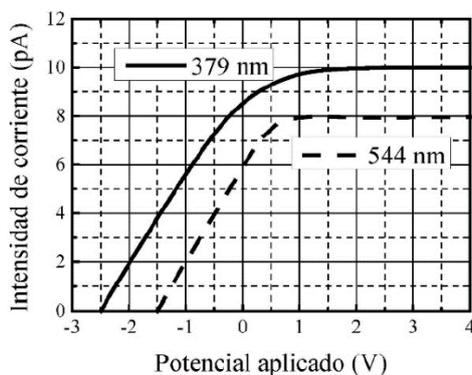
a.  $27,48^\circ$  y  $63,18^\circ$

b.  $40,36^\circ$

**32.** Para estudiar el efecto fotoeléctrico se registra la intensidad de corriente entre un cierto metal emisor de fotoelectrones y una placa en función del potencial eléctrico aplicado entre ambos, mientras se ilumina el metal fotoemisor con un cierto haz de luz. La gráfica adjunta muestra los datos para luz de 379 nm y 544 nm, donde se observan potenciales de frenado de 2,5 V y de 1,5 V, respectivamente.

a. A partir de los potenciales de frenado, obtenga el valor de la constante de Planck.

- b. Indique cuáles serían los valores del potencial de frenado y de la intensidad de corriente máxima para el haz de luz de 379 nm si se disminuyese a la mitad la intensidad del haz.  
 Datos: Velocidad de la luz en el vacío,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ; Valor absoluto de la carga del electrón,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .



- a.  $6,66 \cdot 310^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$   
 b. El potencial de frenado no depende de la intensidad. La intensidad máxima se reduce a la mitad.

33. a. Un satélite de masa  $m$  orbita a una altura  $h$  sobre un planeta de masa  $M$  y radio  $R$ .  
 i) Deduzca la expresión de la velocidad orbital del satélite y exprese el resultado en función de  $M$ ,  $R$  y  $h$ .  
 ii) ¿Cómo cambia su velocidad si la masa del planeta se duplica? ¿Y si se duplica la masa del satélite?  
 b. Un cuerpo de 5 kg desciende con velocidad constante desde una altura de 15 m por un plano inclinado con rozamiento que forma  $30^\circ$  con respecto a la horizontal. Sobre el cuerpo actúa una fuerza de 20 N paralela al plano y dirigida en sentido ascendente.  
 i) Realice un esquema con las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.  
 ii) Determine razonadamente el trabajo realizado por cada una de las fuerzas hasta que el cuerpo llega al final del plano.  $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$

- a.  $v_{\text{órbita}} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{d}}$ ; Si  $M$  se duplica la  $v$  que multiplicada por  $\sqrt{2}$ . Si se duplica la masa del satélite la velocidad de órbita no varía.  
 b.  $W_N = 0$ ;  $W_{\text{Peso}} = 735 \text{ J}$ ;  $W_F = -600 \text{ J}$  y  $W_{\text{Froz}} = -135 \text{ J}$ .

34. a. i. Escriba la expresión del potencial gravitatorio creado por una masa puntual  $M$ , indicando las magnitudes que aparecen en la misma.  
 ii. Razone el signo del trabajo realizado por la fuerza gravitatoria cuando una masa  $m$ , inicialmente en reposo en las proximidades de  $M$ , se desplaza por acción del campo gravitatorio.  
 b. Recientemente la NASA envió la nave ORION-Artemis a las proximidades de la Luna. Sabiendo que la masa de la Tierra es 81 veces la de la Luna y la distancia entre sus centros es  $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$ :  
 i. calcule en qué punto, entre la Tierra y la Luna, la fuerza ejercida por ambos cuerpos sobre la nave es cero;  
 ii. determine la energía potencial de la nave en ese punto sabiendo que su masa es de 5000 kg.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ;  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

a.  $V = -G \frac{M}{d}$ ;  
 $W = -\Delta E_{\text{pot}} = -(E_{\text{pot,final}} - E_{\text{pot,inicial}}) = E_{\text{pot,inicial}} - E_{\text{pot,final}} > 0$   
 b. 345600 km.  
 -  $6,41 \cdot 10^9$  J.

**35.** a. En una región del espacio hay un campo eléctrico uniforme. Una carga eléctrica negativa entra en dicha región con una velocidad  $\vec{v} = v$ , en la misma dirección y sentido del campo, deteniéndose tras recorrer una distancia  $d$ . Razone si es positivo, negativo o nulo el valor de:

- el trabajo realizado por el campo eléctrico;
- la variación de la energía cinética, potencial y mecánica.

b. Dos cargas de 2 y -3 mC se encuentran, respectivamente, en los puntos A(0,0) y B(1,1) m.

- Represente y calcule el vector campo eléctrico en el punto C(1,0) m.
- Calcule el trabajo necesario para trasladar una carga de 1 mC desde el punto C al punto D(0,1) m.  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

a. i. El trabajo es negativo. ii. Energía cinética negativa, energía potencial positiva y energía mecánica no varía.

b. i.  $\vec{E}(C) = 1,8 \cdot 10^7 \vec{i} + 2,7 \cdot 10^7 \vec{j}$ ; ii.  $W = 0$  J.

**36.** a. Por dos hilos conductores rectilíneos paralelos, separados una cierta distancia, circulan corrientes de igual intensidad. Explique razonadamente, apoyándose en un esquema, si puede ser cero el campo magnético en algún punto entre los dos hilos, suponiendo que las corrientes circulan en sentidos:

- iguales;
- opuestos.

b. Dos conductores rectilíneos paralelos por los que circula la misma intensidad de corriente están separados una distancia de 20 cm y se atraen con una fuerza por unidad de longitud de  $5 \cdot 10^{-8} \text{ N m}^{-1}$ .

i. Justifique si el sentido de la corriente es el mismo en ambos hilos, representando en un esquema el campo magnético y la fuerza entre ambos.

ii. Calcule el valor de la intensidad de corriente que circula por cada conductor.

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

a. i.  $B_{\text{total}} = 0$ ; ii. No puede ser cero pues los campos tienen el mismo sentido.

b.  $I = 0,224$  A.

**37.** a. Con una lente delgada queremos obtener una imagen virtual mayor que el objeto. Realice razonadamente el trazado de rayos correspondiente, justifique qué tipo de lente debemos usar y dónde debe estar situado el objeto.

b. Sobre una pantalla se desea proyectar la imagen de un objeto que mide 5 cm de alto. Para ello contamos con una lente delgada convergente, de distancia focal 20 cm, y una pantalla situada a la derecha de la lente, a una distancia de 1 m.

i. Indique el criterio de signos usado y determine a qué distancia de la lente debe colocarse el objeto para que la imagen se forme en la pantalla.

ii. Determine el tamaño de la imagen.

iii. Construya gráficamente la imagen del objeto formado por la lente.

- a. La lente debe ser convergente. El objeto se debe situar entre el foco y la lente. La imagen será virtual, derecha y mayor.  
 b. i. A 25 cm delante de la lente. ii. Tamaño de la imagen 20 cm. Es invertida.  
 iii. Ver vídeo.

**38.** a. Un rayo de luz monocromática duplica su velocidad al pasar de un medio a otro.  
 i) Represente la trayectoria de un rayo que incide con un ángulo no nulo respecto a la normal, y justifique si puede producirse el fenómeno de la reflexión total.  
 ii) Determine razonadamente la relación entre las longitudes de onda en ambos medios.  
 b) Un rayo de luz de  $8,22 \cdot 10^{14}$  Hz se propaga por el interior de un líquido con una longitud de onda de  $1,46 \cdot 10^{-7}$  m.  
 i. Calcule su longitud de onda en el aire.  
 ii. Calcule la velocidad del rayo en el líquido y el índice de refracción del líquido.  
 iii. Si el rayo se propaga por el líquido e incide en la superficie de separación con el aire con un ángulo de  $10^\circ$  respecto a la normal, realice un esquema con la trayectoria de los rayos y calcule los ángulos de refracción y de reflexión.  $n_{\text{aire}} = 1$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

- a. i. Si se puede producir el fenómeno de la reflexión total. ii.  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2}$   
 b.  $3,65 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ ;  $v = 1,2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  y  $n = 2,5$ ;  $25,73^\circ$

**39. a.** Considere un núcleo de  $^{28}\text{Si}$  y otro de  $^{56}\text{Fe}$ . La masa del núcleo de hierro es el doble que la del núcleo de silicio. Determine, de forma justificada, la relación entre sus longitudes de onda de De Broglie en las siguientes situaciones:  
 i. si el momento lineal o cantidad de movimiento es el mismo para los dos;  
 ii. si los dos núcleos se mueven con la misma energía cinética.  
 b. Los neutrones que se emiten en un proceso de fisión nuclear tienen una energía cinética de  $1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ .  
 i) Determine razonadamente su longitud de onda de De Broglie y su velocidad.  
 ii) Calcule la longitud de onda de De Broglie cuando la velocidad de los neutrones se reduce a la mitad.  
 $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ ;  $m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

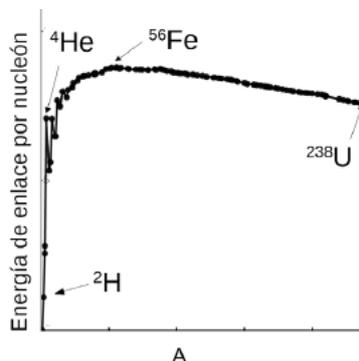
- a. i. La relación entre longitudes de onda es 1; ii. La relación entre longitudes de onda es  $\frac{\sqrt{2}}{2}$ .  
 b. i.  $v = 1,38 \cdot 10^7 \text{ m/s}$  y  $\lambda = 2,88 \cdot 10^{-14} \text{ m}$ . ii.  $\lambda = 5,76 \cdot 10^{-14} \text{ m}$ .

**40.** a. Basándose en la gráfica, razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:  
 i. El  $^{232}_{92}\text{U}$  es más estable que el  $^{56}_{26}\text{Fe}$ .  
 ii. El  $^4_2\text{He}$  es más estable que el  $^2_1\text{H}$ , por lo que al producirse la fusión nuclear de dos núcleos de  $^2_1\text{H}$  se desprende energía.  
 b. En algunas estrellas se produce una reacción nuclear en la que el  $^{28}_{14}\text{Si}$ , tras capturar siete partículas alfa, se transforma en  $^A_Z\text{Ni}$ .  
 i. Escriba la reacción nuclear descrita y calcule  $A$  y  $Z$ .

17

ii. Calcule la energía liberada por cada núcleo de silicio.

$m({}_{14}^{28}\text{Si}) = 27,976927 \text{ u}$ ;  $m({}_{28}^{56}\text{Ni}) = 55,942129 \text{ u}$ ;  $m({}_{2}^{4}\text{He}) = 4,002603 \text{ u}$ ;  $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .



a. i. Falso. El U tiene, según la gráfica, menor energía por nucleón siendo más inestable que el Fe. ii. Verdadero. Al pasar a una situación más estable se desprende energía.

b. i.  ${}_{14}^{28}\text{Si} + 7{}_{2}^{4}\alpha \rightarrow {}_{28}^{56}\text{Ni}$ ; ii.  $\Delta m = 0,053019 \text{ u}$ ;  $E = \Delta m \cdot c^2 = 7,92 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ .