

Corrección modelo 4 - 2021



a) Un satélite orbita alrededor del planeta A, y otro satélite alrededor del planeta B. El planeta A tiene cuatro veces más masa que el planeta B. Determine la relación entre las velocidades orbitales de los dos satélites si estos orbitan a la misma distancia del centro de cada planeta.

b) Un satélite artificial de 800 kg de masa se sitúa en una órbita de radio cuatro veces el radio de la Tierra. i) Determine su periodo orbital. ii) Calcule la energía necesaria para ponerlo en la órbita desde la superficie terrestre, despreciando la rotación de la Tierra.

$$G = 6'67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_T = 5'98 \cdot 10^{24} \text{ kg}; R_T = 6370 \text{ km}$$

FISICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO A1

RESOLUCION

a) La relación entre las velocidades orbitales es:

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\sqrt{G \frac{M_A}{R_A}}}{\sqrt{G \frac{M_B}{R_B}}} = \sqrt{\frac{G \frac{M_A}{R_A}}{G \frac{M_B}{R_B}}} = \sqrt{\frac{M_A}{M_B} \cdot \frac{R_B}{R_A}} = \sqrt{\frac{M_A}{M_B}} = \sqrt{\frac{4M_B}{M_B}} = \sqrt{4} = 2$$

b)

$$(i) v = \sqrt{G \frac{M_T}{R}} = \sqrt{6'67 \cdot 10^{-11} \frac{5'98 \cdot 10^{24}}{4 \cdot 6.370.000}} = 3.956'52 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{v}{R}} = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \cdot 4 \cdot 6.370.000}{3956'52} = 40.463'73 \text{ s} = 11'24 \text{ horas}$$

(ii) Despreciando rozamientos, se aplica el principio de conservación de la energía mecánica entre A y B

$$\begin{aligned} E_m(A) &= E_m(B) \Rightarrow E_c(A) + E_{pg}(A) = E_c(B) + E_{pg}(B) \Rightarrow E_c(A) = E_c(B) + E_{pg}(B) - E_{pg}(A) = \\ &= \frac{1}{2} m G \frac{M_T}{4R_T} + G \frac{M_T \cdot m}{R_T} - G \frac{M_T \cdot m}{4R_T} = G \frac{M_T \cdot m}{R_T} \left(\frac{1}{8} + 1 - \frac{1}{4} \right) = \frac{7}{8} \cdot G \frac{M_T \cdot m}{R_T} = \\ &= \frac{7}{8} \cdot 6'67 \cdot 10^{-11} \frac{5'98 \cdot 10^{24} \cdot 800}{6.370.000} = 4'38 \cdot 10^{10} \text{ Julios} \end{aligned}$$

a) Razone la veracidad de las siguientes afirmaciones: i) Es necesario que la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo sea nula para que la energía mecánica se conserve. ii) Cuando sobre un cuerpo actúan sólo fuerzas conservativas se conserva la energía mecánica.

b) Un cuerpo de masa 1 kg desciende, partiendo del reposo, por un plano inclinado con rozamiento que forma 30° con la horizontal, desde una altura de 0'5 m. A continuación, desliza por una superficie horizontal con rozamiento hasta detenerse después de recorrer 3 m en la superficie horizontal. i) Realice un dibujo con las fuerzas que actúan sobre el cuerpo cuando desliza sobre el plano inclinado y sobre la superficie horizontal. ii) Utilizando consideraciones energéticas, determine el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y las superficies, considerando que es el mismo en el plano horizontal y en el plano inclinado.

$$g = 9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

FISICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO A2

R E S O L U C I O N

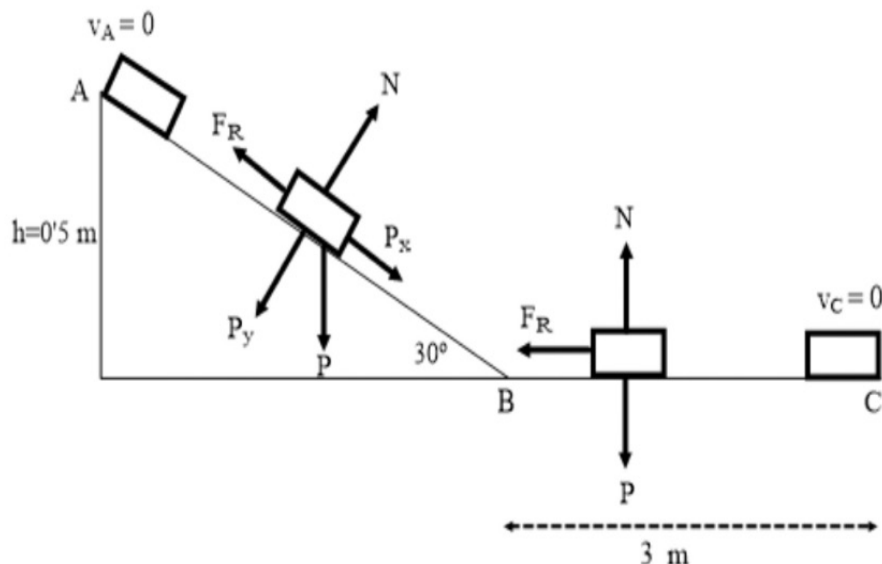
a) i) La afirmación es falsa.

Ejemplo: La Luna da vueltas alrededor de la Tierra, la energía mecánica se conserva pero la resultante de las fuerzas sobre la Luna no es cero. La fuerza resultante es la fuerza gravitatoria de la Tierra sobre la Luna.

Ejemplo: Un cuerpo baja por un plano inclinado con velocidad constante. Por la primera Ley de Newton, la resultante de las fuerzas es cero. Sin embargo, la energía mecánica va disminuyendo, porque aunque la energía cinética es constante, la energía potencial gravitatoria disminuye, luego: $E_m = E_c + E_{pg} \Rightarrow$ disminuye.

ii) La afirmación es verdadera. Se corresponde con el enunciado del Principio de conservación de la energía mecánica.

b) i)



ii) Balance de energía entre A y B

$$E_{pg}(A) = E_c(B) + |W_{AB}(F_{roz1})| \Rightarrow mgh(A) = \frac{1}{2}mv_B^2 + \mu \cdot mg \cdot \cos 30^\circ \cdot \overline{AB} \Rightarrow gh(A) = \frac{1}{2}v_B^2 + \mu \cdot g \cdot \cos 30^\circ \cdot \overline{AB} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 9'8 \cdot 0'5 = \frac{1}{2}v_B^2 + \mu \cdot 9'8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{0'5}{\sin 30^\circ} \Rightarrow 4'9 = \frac{1}{2}v_B^2 + \mu \cdot 8'49$$

Balance de energía entre B y C

$$E_c(B) = |W_{BC}(F_{roz2})| = F_{roz2} \cdot \overline{BC} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = \mu \cdot mg \cdot 3 \Rightarrow \frac{1}{2}v_B^2 = \mu \cdot 9'8 \cdot 3 \Rightarrow v_B^2 = 58'8 \cdot \mu$$

Sustituyendo en la ecuación anterior, tenemos:

$$4'9 = \frac{1}{2}v_B^2 + \mu \cdot 8'49 \Rightarrow 4'9 = \frac{1}{2}58'8 \cdot \mu + \mu \cdot 8'49 = 37'89\mu \Rightarrow \mu = \frac{4'9}{37'89} = 0'129$$

a) Por dos conductores rectilíneos muy largos y paralelos circulan corrientes de la misma intensidad y sentido. Explique razonadamente con la ayuda de esquemas: i) La dirección y el sentido del campo magnético creado por cada corriente en la región que les rodea. ii) La dirección y el sentido de la fuerza que actúa sobre cada conductor.

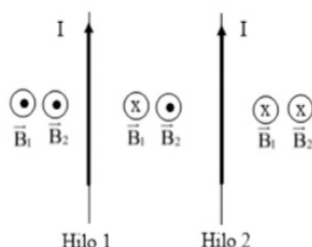
b) Considere dos conductores rectilíneos, muy largos, paralelos y separados 0'06 m, por los que circulan corrientes de 9 A y 15 A en el mismo sentido. i) Dibuje en un esquema el vector campo magnético resultante en el punto medio de la línea que une ambos conductores y razone su dirección y sentido. ii) En la región entre los conductores, ¿a qué distancia del conductor por el que circulan 9 A se anula el campo magnético?. Justifique la respuesta.

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

FISICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO B1

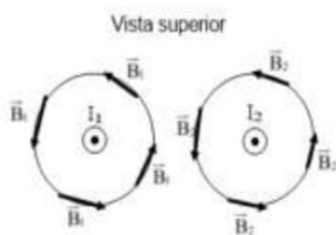
RESOLUCION

a) i)



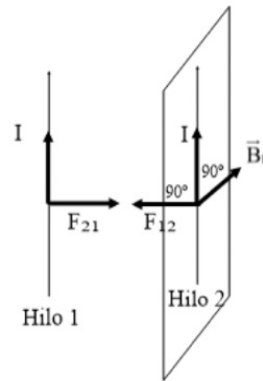
Se aplica la regla del sacacorchos para calcular $\vec{B}$ ó bien la regla de la mano derecha.

A la izquierda de los dos hilos $\vec{B}_1$ y $\vec{B}_2$ es saliente perpendicular al plano del papel. Entre los dos hilos $\vec{B}_1$ es entrante y $\vec{B}_2$ es saliente. A la derecha de los hilos $\vec{B}_1$ y $\vec{B}_2$ son entrantes.



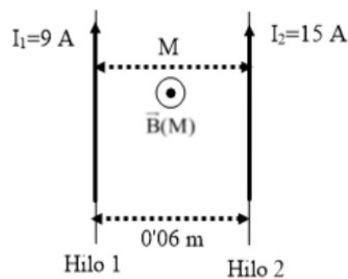
Alrededor de los hilos, los campos magnéticos forman circunferencias concéntricas alrededor de cada hilo.

ii) La fuerza sobre un conductor viene dada por la Ley de Lorentz: $\vec{F}_m = I\vec{L} \times \vec{B}$. La fuerza magnética que hace el conductor 1 sobre el conductor 2 es: $\vec{F}_{12} = I_2 \vec{L} \times \vec{B}_1$. Por la 3ª Ley de Newton, la fuerza magnética que hace el conductor 2 sobre el 1, es igual en módulo y dirección, pero de sentido contrario



$\vec{L} \times \vec{B}_1$ produce un vector $\vec{F}_{12}$ hacia la izquierda por la regla del sacacorchos, por lo tanto, $\vec{F}_{21}$ se aplica al hilo 1 y tiene sentido contrario.

b) i)



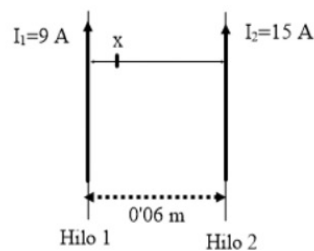
Principio de superposición: $\vec{B}(M) = \vec{B}_1(M) + \vec{B}_2(M)$

Por la regla de la mano derecha $\vec{B}_1(M)$ es entrante y $\vec{B}_2(M)$ es saliente. En el punto medio (M),

gana el vector $\vec{B}_2(M) = \frac{\mu I_2}{2\pi R}$, ya que su intensidad de corriente es mayor,

$I_2 > I_1 \Rightarrow |\vec{B}_2(M)| > |\vec{B}_1(M)|$, por lo tanto, $\vec{B}(M)$ es un vector saliente perpendicular al papel.

ii)



$$\vec{B}(x) = \vec{B}_1(x) + \vec{B}_2(x) \Rightarrow |\vec{B}_1(x)| = |\vec{B}_2(x)| \Rightarrow \frac{\mu I_1}{2\pi x} = \frac{\mu I_2}{2\pi (0.06 - x)} \Rightarrow 9 \cdot (0.06 - x) = 15x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.54 - 9x = 15x \Rightarrow 0.54 = 24x \Rightarrow x = \frac{0.54}{24} = 0.0225 \text{ m}$$

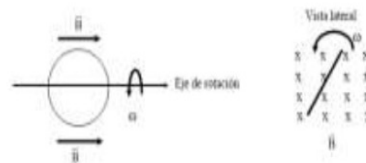
a) Una espira circular gira en torno a uno de sus diámetros en un campo magnético uniforme y constante. Explique, con ayuda de un esquema y de las expresiones que precise, si se induce fuerza electromotriz en la espira cuando: i) El campo magnético es paralelo al eje de rotación. ii) El campo magnético es perpendicular al eje de rotación.

b) Una bobina de 50 espiras circulares de 0'05 m de radio se orienta en un campo magnético de manera que el flujo que la atraviesa sea máximo en todo instante. El módulo del campo magnético varía con el tiempo según la expresión $B(t) = 0'5t + 0'8t^2$ (S.I.). i) Deduzca la expresión del flujo magnético que atraviesa la bobina en función del tiempo. ii) Determine razonadamente la fuerza electromotriz inducida en la bobina en el instante $t = 10$ s.

FISICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO B2

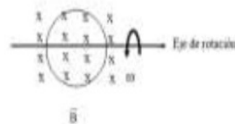
RESOLUCION

a) i)



En este caso no se induce fuerza electromotriz inducida, ya que el campo magnético $\vec{B}$ no atraviesa la espira. Para que haya fuerza electromotriz, por la Ley de Lenz-Faraday: $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$, debe haber variación de flujo magnético que atraviesa la espira.

ii)



En este caso, si hay fuerza electromotriz inducida, ya que hay variación de flujo magnético que atraviesa la espira.

$$b) \phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{s} = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ = (0'5t + 0'8t^2) \cdot \pi \cdot 0'05^2$$

$$\phi_{\text{total espira}} = n \cdot \phi = 50 \cdot (0'5t + 0'8t^2) \cdot \pi \cdot 0'05^2$$

$$\phi_{\text{bobina}} = 50 \cdot (0'5t + 0'8t^2) \cdot \pi \cdot 0'05^2 = 0'393 \cdot (0'5t + 0'8t^2) \text{ Wb}$$

$$ii) \varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -0'393(0'5 + 0'8 \cdot 2 \cdot t)$$

$$\varepsilon(t = 10\text{s}) = -0'393(0'5 + 0'8 \cdot 2 \cdot 10) = -6'48 \text{ voltios}$$

a) i) Explique brevemente qué es una onda electromagnética. ii) Sitúe, en orden creciente de frecuencias, las siguientes regiones del espectro electromagnético: ultravioleta, infrarrojo, microondas y luz visible. iii) Justifique razonadamente si dos rayos de diferentes colores del espectro visible (por ejemplo, violeta y verde), pueden tener la misma frecuencia.

b) Un rayo de luz monocromático de frecuencia $5 \cdot 10^{14}$ Hz, que se propaga por un medio de índice de refracción $n_1 = 1.7$, incide sobre otro medio de índice de refracción $n_2 = 1.3$ formando un ángulo de 25° con la normal a la superficie de separación entre ambos medios.

i) Haga un esquema y calcule el ángulo de refracción. ii) Determine la longitud de onda del rayo en el segundo medio. iii) ¿Cuál es el ángulo de incidencia crítica a partir del cual este rayo se reflejaría completamente?. Razone sus respuestas ayudándose de un esquema.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

FISICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO C1

R E S O L U C I O N

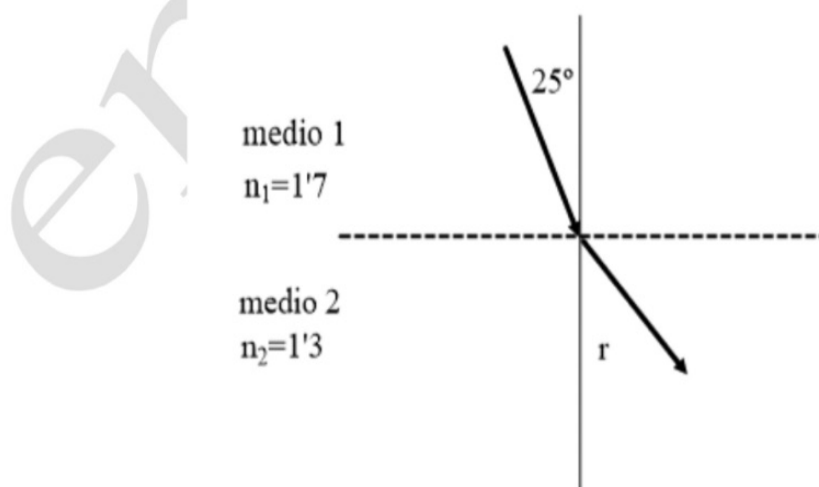
a) i) Es una onda que no necesita de medio alguno para propagarse. Está compuesta de una onda eléctrica y una onda magnética que son transversales y perpendiculares entre si. Las ondas electromagnéticas se propagan a las máximas velocidades conocidas. En el vacío a la velocidad de la luz.

La onda electromagnética se propaga debido a que la variación de un campo eléctrico produce un campo magnético que a su vez varía y produce un campo eléctrico que a su vez varía, y así sucesivamente.

$$\text{ii) } f_{\text{microondas}} < f_{\text{infrarrojo}} < f_{\text{visible}} < f_{\text{ultravioleta}}$$

iii) Un color está asociado a una frecuencia concreta, de forma que dos colores diferentes tienen dos frecuencias distintas. Si dos rayos tuvieran la misma frecuencia, tendrían el mismo color.

b) i)

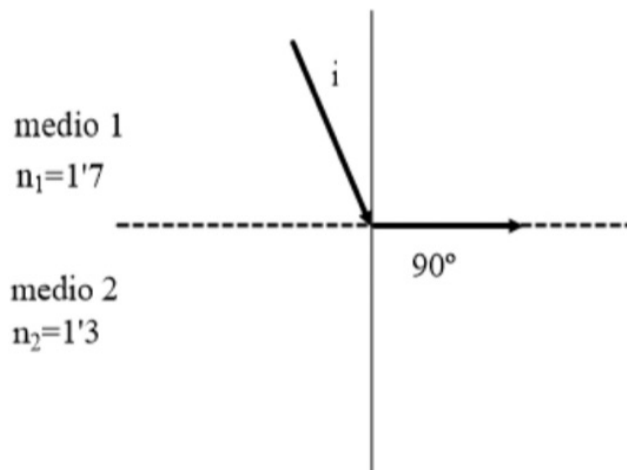


$$\text{Ley de Snell: } \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin 25^\circ}{\sin \hat{r}} = \frac{1.3}{1.7} \Rightarrow \sin \hat{r} = 0.5526 \Rightarrow \hat{r} = 33.55^\circ$$

ii) La frecuencia permanece constante $f_1 = f_2 = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

$$n_2 = \frac{c}{v_2} \Rightarrow v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{1'3} = \lambda_2 \cdot f_2 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{3 \cdot 10^8}{1'3 \cdot 5 \cdot 10^{14}} = 4'62 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

iii)



Ley de Snell: $\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin \hat{i}}{\sin 90^\circ} = \frac{1'3}{1'7} \Rightarrow \sin \hat{i} = 0'7647 \Rightarrow \hat{i} = 49'88^\circ$

$\hat{i} = 49'88^\circ$ es el ángulo límite, para ángulos mayores se produce reflexión total.

a) Una onda armónica que viaja por un medio pasa a un segundo medio en el que la velocidad de propagación es inferior. Suponiendo que la onda pasa completamente al segundo medio, sin reflexión ni absorción: i) Razone cómo se modifican la frecuencia y la longitud de onda al cambiar de medio. ii) Razone si se verán afectadas la amplitud y la velocidad máxima de vibración.

b) Por una cuerda tensa se propaga en el sentido positivo del eje X una onda armónica transversal de 0'05 m de amplitud, 2 Hz de frecuencia y con una velocidad de propagación 0'5 m·s⁻¹. i) Determine la ecuación de la onda, sabiendo que para t = 0 s el punto x = 0 m se encuentra en la posición más alta de su oscilación. ii) Calcule la expresión de la velocidad de oscilación de un punto del medio y su valor máximo.

FISICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO C2

RESOLUCION

a) i) $v_1 > v_2$

La frecuencia en la onda no cambia al refractarse. La longitud de onda disminuye en el segundo medio, ya que:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow \begin{cases} v_1 = \lambda_1 \cdot f \\ v_2 = \lambda_2 \cdot f \end{cases} \Rightarrow \lambda_1 \cdot f > \lambda_2 \cdot f \Rightarrow \lambda_1 > \lambda_2$$

ii) Si no hay reflexión ni absorción, la energía que transporta la onda pasa totalmente al segundo medio, es decir, no cambia la energía que depende de la frecuencia y la amplitud. Como no cambian ni la energía ni la frecuencia, la amplitud es constante.

La velocidad de vibración $v_{\text{vibración}} = \frac{dx}{dt} = \frac{d(A \sin(\omega t + \theta_0))}{dt} = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$

$v_{\text{max}} = A \cdot \omega$ y como $\omega = 2\pi \cdot f$ y A es constante y f es constante, entonces, la velocidad máxima no cambia

b) i) $y(x, t) = A \sin(\omega t - kx + \delta)$

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 2 = 4\pi$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{v} = \frac{4\pi}{0'5} = 8\pi$$

$$y(0, 0) = A \Rightarrow A = A \sin \delta \Rightarrow \sin \delta = 1 \Rightarrow \delta = \frac{\pi}{2}$$

Luego, la ecuación de onda es: $y(x, t) = 0'05 \cdot \sin\left(4\pi t - 8\pi x + \frac{\pi}{2}\right)$ (S.I.)

ii) La velocidad de oscilación en un punto $x = x_0$, será:

$$v_{\text{oscilación}} = \frac{dy}{dt} = 0'05 \cdot 4\pi \cdot \cos\left[4\pi t - 8\pi x_0 + \frac{\pi}{2}\right] = 0'2\pi \cdot \cos\left[4\pi t - 8\pi x_0 + \frac{\pi}{2}\right] \text{ m/s}$$

La velocidad es máxima cuando coseno = 1, luego: $v_{\text{max}} = 0'2\pi = 0'628 \text{ m/s}$

a) Un mesón π tiene una masa 275 veces mayor que la de un electrón. i) ¿Qué relación existe entre las longitudes de onda de De Broglie del mesón y el electrón si ambos se mueven con la misma velocidad?. ii) ¿Y si se mueven de modo que poseen la misma energía cinética?. Razone las respuestas.

b) Las moléculas de hidrógeno gaseoso (H_2), en condiciones estándar, se mueven a una velocidad promedio de $1846 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Resuelva los siguientes apartados razonadamente.

i) ¿Cuánto vale la longitud de onda de De Broglie promedio de las moléculas de hidrógeno?.

ii) ¿A qué velocidad debería moverse un electrón para tener la misma longitud de onda que las moléculas de hidrógeno?..

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; m(H_2) = 3'346 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}.$$

FISICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO D1

RESOLUCION

a) i) Sabemos que: $v_\pi = v_e$, luego:

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_\pi = \frac{h}{m_\pi \cdot v_\pi} \\ \lambda_e = \frac{h}{m_e \cdot v_e} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_\pi}{\lambda_e} = \frac{m_e}{m_\pi} = \frac{1}{275}$$

$$\text{ii) } E_{c\pi} = E_{ce} \Rightarrow \frac{1}{2} m_\pi v_\pi^2 = \frac{1}{2} m_e v_e^2 \Rightarrow 275 m_e v_\pi^2 = m_e v_e^2 \Rightarrow \frac{v_e}{v_\pi} = \sqrt{275}$$

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_\pi = \frac{h}{m_\pi \cdot v_\pi} \\ \lambda_e = \frac{h}{m_e \cdot v_e} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_\pi}{\lambda_e} = \frac{m_e \cdot v_e}{m_\pi \cdot v_\pi} = \frac{m_e \cdot v_e}{275 m_e \cdot v_\pi} = \frac{v_e}{275 \cdot v_\pi} = \frac{\sqrt{275}}{275}$$

b) i)

$$\lambda_{\text{promedio}}(H_2) = \frac{h}{m_{H_2} \cdot v_{H_2}} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{3'346 \cdot 10^{-27} \cdot 1846} = 1'07 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

ii)

$$\lambda_e = \lambda_{\text{promedio}}(H_2) = 1'07 \cdot 10^{-10} = \frac{h}{m_e \cdot v_e} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot v_e} \Rightarrow v_e = 6'81 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

a) i) Indique cuáles son las interacciones fundamentales de la naturaleza y explique brevemente las características de cada una. ii) Explique cuál o cuáles de ellas están relacionadas con la estabilidad nuclear.

b) En un yacimiento arqueológico se ha encontrado un cuerpo momificado con el 86% de ^{14}C del que presenta habitualmente un ser vivo. Sabiendo que el periodo de semidesintegración del ^{14}C es de 5730 años, determine razonadamente: i) El tiempo transcurrido desde su muerte.

ii) El porcentaje del ^{14}C original que quedará en dichos restos cuando hayan transcurrido 500 años más.

FISICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

a) i) Las interacciones fundamentales de la naturaleza son cuatro:

- 1) Interacción gravitatoria
- 2) Interacción electromagnética.
- 3) Interacción nuclear fuerte.
- 4) Interacción nuclear débil.

Características:

- a) Alcance: 1) y 2) tienen largo alcance, llegan hasta el infinito.
3) y 4) tienen corto alcance, quedan dentro de los núcleos.
- b) Carácter: 1) es atractivo, las masas siempre se atraen.
2) atractivo y repulsivo, cargas de signos contrarios se atraen y de igual signo se repelen.
3) atractivo fundamentalmente, para evitar que los protones se repelan y se desintegre el núcleo.
4) repulsivo, es la responsable de la desintegración de un neutrón.
- c) Origen: 1) la masa. 2) la carga. 3) y 4) el núcleo atómico.
- d) Intensidad relativa: 1) $\approx 10^{-38}$. 2) 10^{-2} . 3) 1. 4) 10^{-13} . La más fuerte es la 3)

ii) La 3) es la responsable de que un núcleo no se desintegre debido a las repulsiones entre los protones. La 4) es la responsable de la desintegración espontánea de un neutrón dentro del núcleo.

b) i) Según la ley de desintegración radiactiva

$$\lambda \cdot N = \lambda N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5730} t} \Rightarrow 86 = 100 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5730} t} \Rightarrow \ln 0'86 = -\frac{\ln 2}{5730} \cdot t \Rightarrow t = \frac{\ln 0'86}{-\frac{\ln 2}{5730}} = 1246'8 \text{ años}$$

ii)

$$\lambda \cdot N = \lambda N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \lambda \cdot N = 86 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5730} 500} = 80'95$$

El % que queda después de 500 años más es 80'95% de ^{14}C