

a) Defina el concepto de energía mecánica de una partícula y explique cómo varía si sobre ella actúa una fuerza: i) Conservativa. ii) No conservativa.

b) Un bloque de 5 kg de masa desliza, partiendo del reposo, por un plano inclinado que forma un ángulo de 30° con la horizontal desde una altura de 10 m. El coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano es de 0'2. i) Represente en un esquema todas las fuerzas que actúan sobre el bloque durante la bajada. ii) Determine el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento en ese desplazamiento. iii) Calcule mediante consideraciones energéticas la velocidad con la que llega a la base del plano inclinado.

$$g = 9'8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 1

R E S O L U C I O N

a) La energía mecánica de una partícula es la suma de su energía cinética y energía potencial.

$$E_{\text{mec}} = E_c + E_p$$

(i) Si actúa una fuerza conservativa sobre la partícula, la energía mecánica permanece constante (Principio de conservación de la energía mecánica). Una partícula puede variar su energía cinética y su energía potencial, pero su energía mecánica permanece constante.

Ejemplo: Lanzamiento vertical, en ausencia de rozamiento.

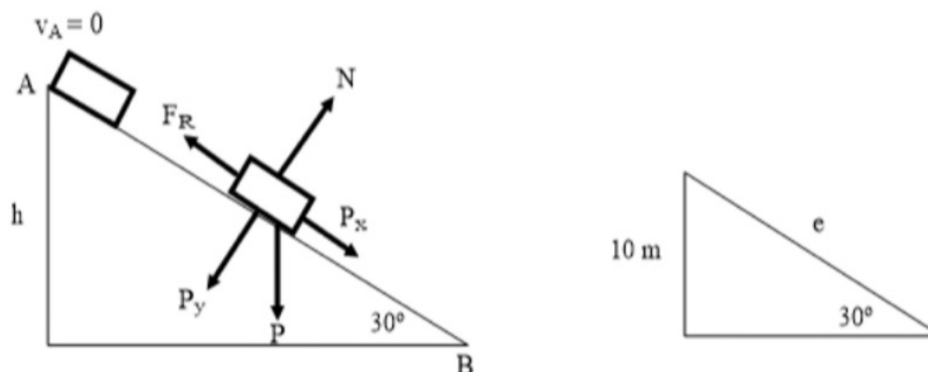
La fuerza de la gravedad (peso) es conservativa. A medida que el cuerpo sube la energía cinética disminuye y la energía potencial aumenta, pero la energía mecánica se conserva constante en todos los puntos.

(ii) Si actúa una fuerza no conservativa (por ejemplo, la fuerza de rozamiento), la energía mecánica va disminuyendo progresivamente, ya no se conserva.

Ejemplo: Lanzamiento de un cuerpo sobre un suelo horizontal rugoso

Al cabo de un cierto espacio recorrido, el cuerpo acaba parándose, es decir, la energía mecánica va disminuyendo hasta hacerse 0.

b) (i)



$$\text{sen } 30^\circ = \frac{10}{e} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{10}{e} \Rightarrow e = 20 \text{ m}$$

$$(ii) F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot P \cdot \cos 30^\circ = 0'2 \cdot 5 \cdot 9'8 \cdot \cos 30^\circ = 8'49 \text{ N}$$

$$W(F_R) = F_R \cdot e \cdot \cos 180^\circ = 8'49 \cdot 20 \cdot (-1) = -169'74 \text{ Julios}$$

(iii) Balance de energías entre A y B

$$E(A) = E(B) \Rightarrow E_p(A) = E_c(B) + |W_{AB}(f_{roz})| \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 + |W_{AB}(f_{roz})| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5 \cdot 9'8 \cdot 10 = \frac{1}{2}5 \cdot v_B^2 + 169'74 \Rightarrow v_B = 11'32 \text{ m/s}$$

a) Dos satélites describen órbitas circulares alrededor de un mismo planeta de masa M y radio R . El primero orbita con radio $4R$ y el segundo $9R$. i) Deduzca la expresión de la velocidad orbital. ii) Determine la relación entre las velocidades orbitales de ambos satélites..

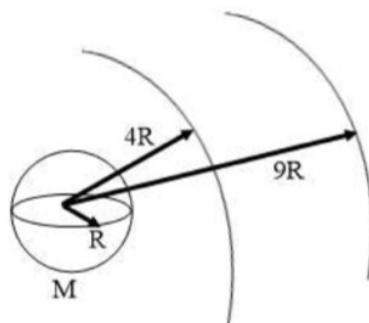
b) Un satélite de 500 kg de masa orbita en torno a la Tierra a una velocidad de $6300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Calcule: i) El radio de la órbita del satélite. ii) El peso del satélite en la órbita.

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

FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 5

RESOLUCION

a)



(i) Se aplica la 2ª Ley de Newton

$$F_g = m \cdot a_n \Rightarrow G \frac{M \cdot m}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v_{\text{orbital}} = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

M = masa del planeta (kg)

r = radio de la órbita (m)

G = constante de gravitación universal ($\text{N m}^2 \text{ kg}^{-2}$)

v = velocidad orbital (m/s)

(ii)

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{G \frac{M}{4R}}}{\sqrt{G \frac{M}{9R}}} = \sqrt{\frac{G \cdot M \cdot 9R}{G \cdot M \cdot 4R}} = \sqrt{\frac{9}{4}} = \frac{3}{2}$$

b) (i)

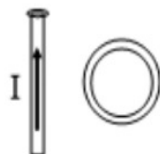
$$v_{\text{orbital}} = \sqrt{G \frac{M_T}{r}} \Rightarrow 6.300 = \sqrt{6'67 \cdot 10^{-11} \frac{5'98 \cdot 10^{24}}{r}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = \frac{6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 5'98 \cdot 10^{24}}{6.300^2} = 10.049.534 \text{ m} = 10.049'5 \text{ km}$$

(ii)

$$P = G \frac{M_T \cdot m}{R^2} = 6'67 \cdot 10^{-11} \frac{5'98 \cdot 10^{24} \cdot 500}{(10.049.534)^2} = 1.974'7 \text{ N}$$

a) Se sitúa una espira circular junto a un hilo recto muy largo por el que circula una corriente I , tal como se muestra en la figura. Razone, ayudándose de un esquema, si se produce corriente inducida y justifique el sentido de la misma en los siguientes casos: i) La espira se mueve paralela al hilo. ii) La espira se mueve hacia la derecha, alejándose del hilo.



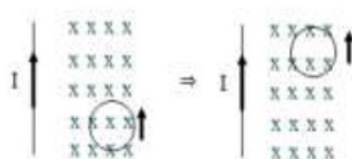
b) Una espira cuadrada de 4 cm de lado, situada inicialmente en el plano XY, está inmersa en un campo magnético uniforme de 3 T, dirigido en el sentido positivo del eje X. La espira gira con una velocidad angular de $100 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ en torno al eje Y. Calcule razonadamente, apoyándose en un esquema: i) El flujo magnético en función del tiempo. ii) La fuerza electromotriz inducida en función del tiempo.

FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 2

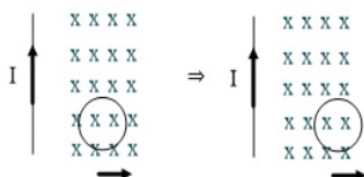
R E S O L U C I O N

a) i) La espira se mueve paralela al hilo y se mantiene a la misma distancia del hilo, por lo que el flujo del campo magnético que atraviesa la superficie de la espira no cambia. Luego no hay fuerza electromotriz inducida

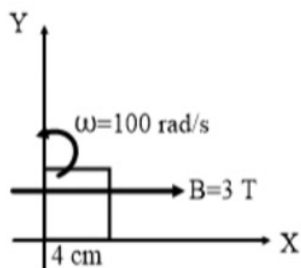
Por la Ley de Faraday-Lenz: $\varepsilon = - \frac{d\phi}{dt} = 0 \Rightarrow$ Por la Ley de Ohm: $I = \frac{\varepsilon}{R} = 0 \Rightarrow$ No hay corriente inducida



ii) En este caso cambia el flujo del campo magnético que atraviesa la espira. El flujo va disminuyendo, se produce fuerza electromotriz y, por lo tanto, corriente inducida.



b)



$$i) \omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega t + \alpha_0 = \omega t + \frac{\pi}{2}$$

$$\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int B \cdot ds \cdot \cos \alpha = \int B \cdot ds \cdot \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

Para $t = 0 \Rightarrow \vec{B}$ es perpendicular a $d\vec{s} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2}$

$$\phi = B \cdot \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \int ds = B \cdot S \cdot \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

$$\phi(t) = 3 \cdot 0'04^2 \cdot \cos \left(100t + \frac{\pi}{2} \right) = 0'0048 \cdot \cos \left(100t + \frac{\pi}{2} \right) \text{ Wb}$$

$$(ii) \text{ Ley de Faraday-Henry: } \varepsilon = - \frac{d\phi}{dt} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) = 0'48 \cdot \sin \left(100t + \frac{\pi}{2} \right) \text{ voltios}$$

a) Una partícula con carga positiva se encuentra dentro de un campo eléctrico uniforme. I) ¿Aumenta o disminuye su energía potencial eléctrica al moverse en la dirección y sentido del campo?. ii) ¿Y si se moviera en una dirección perpendicular a dicho campo?. Razone las respuestas.

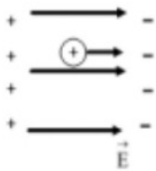
b) Una carga de $3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ está situada en el origen de un sistema de coordenadas. Una segunda carga puntual de $-4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ se coloca en el punto $(0,4) \text{ m}$. Ayudándose de un esquema, calcule el campo y el potencial eléctrico en el punto $(3,0) \text{ m}$.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$$

FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 6

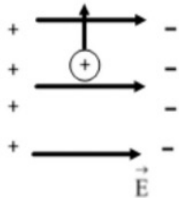
RESOLUCION

a) (i)



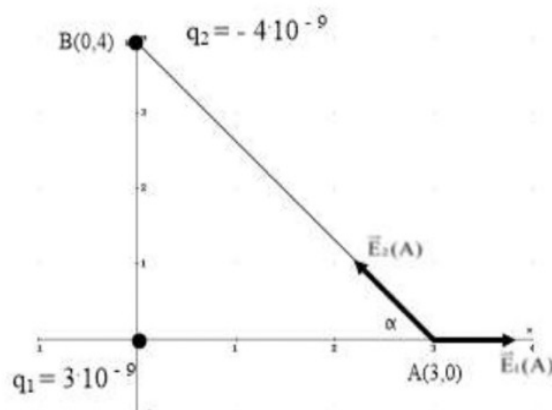
Sabemos que $E_{pe} = q \cdot V_e \Rightarrow$ La carga positiva se acerca a la zona de las cargas negativas, con lo cual V_e va disminuyendo y, por lo tanto, también disminuye E_{pe} .

(ii)



Al moverse perpendicularmente al campo eléctrico, el potencial eléctrico V_e no varía, es constante, luego, E_{pe} es constante, luego, la partícula se mueve en una línea equipotencial.

b)



Aplicamos el principio de superposición: $\vec{E}(A) = \vec{E}_1(A) + \vec{E}_2(A)$

$$\overline{AB} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{3}{5}; \sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$|\vec{E}_1(A)| = K \cdot \frac{q_1}{R_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-9}}{3^2} = 3 \text{ N/C}$$

$$|\vec{E}_2(A)| = K \cdot \frac{q_2}{R_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-9}}{5^2} = \frac{36}{25} \text{ N/C}$$

$$\vec{E}(A) = \vec{E}_1(A) + \vec{E}_2(A) = 3\vec{i} + \frac{36}{25}(-\cos \alpha \vec{i} + \sin \alpha \vec{j}) = 3\vec{i} + \frac{36}{25}\left(-\frac{3}{5}\alpha \vec{i} + \frac{4}{5}\alpha \vec{j}\right) = 2'136\vec{i} + 1'152\vec{j} \text{ N/C}$$

Calculamos el potencial

$$V_e(A) = V_{e1}(A) + V_{e2}(A) = K \cdot \frac{q_1}{R_1} + K \cdot \frac{q_2}{R_2} = 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-9}}{3} + 9 \cdot 10^9 \frac{(-4 \cdot 10^{-9})}{5} = 1'8 \text{ voltios}$$

a) Dos ondas armónicas se propagan por el mismo medio a igual velocidad, con la misma amplitud, la misma dirección de propagación y la frecuencia de la primera es el doble que la de la segunda. i) Compare la longitud de onda y el periodo de ambas ondas. ii) Escriba la ecuación de la segunda onda en función de las magnitudes de la primera.

b) La ecuación de una onda que se propaga por una cuerda tensa es:

$$y(x,t) = 5 \sin(50\pi t - 20\pi x) \quad (\text{S.I.})$$

Calcule: i) La velocidad de propagación de la onda. ii) La velocidad del punto $x=0$ de la cuerda en el instante $t=1\text{ s}$. iii) La diferencia de fase, en un mismo instante, entre dos puntos separados 1 m.

FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 3

RESOLUCION

a) Sabemos que: $\vec{v}_1 = \vec{v}_2$; $A_1 = A_2$; $f_1 = 2f_2$

$$\text{i) } v_1 = v_2 \Rightarrow \lambda_1 \cdot f_1 = \lambda_2 \cdot f_2 \Rightarrow \lambda_1 \cdot 2f_2 = \lambda_2 \cdot f_2 \Rightarrow 2\lambda_1 = \lambda_2$$

$$f_1 = 2f_2 \Rightarrow \frac{1}{T_1} = 2 \frac{1}{T_2} \Rightarrow T_1 = \frac{1}{2} T_2$$

$$\text{ii) } y_1(x,t) = A_1 \sin(\omega_1 t - k_1 x)$$

$$y_2(x,t) = A_2 \sin(\omega_2 t - k_2 x) = A_1 \sin\left(\frac{1}{2}\omega_1 t - \frac{1}{2}k_1 x\right)$$

$$\text{Ya que: } \omega_2 = \frac{2\pi}{T_2} = \frac{2\pi}{2T_1} = \frac{1}{2}\omega_1 \quad ; \quad k_2 = \frac{2\pi}{\lambda_2} = \frac{2\pi}{2\lambda_1} = \frac{\pi}{\lambda_1} = \frac{1}{2}k_1$$

$$\text{b) } y(x,t) = 5 \sin(50\pi t - 20\pi x)$$

i) Identificando coeficientes, tenemos que:

$$\omega = 50\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{50\pi} = \frac{1}{25}$$

$$k = 20\pi = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{20\pi} = \frac{1}{10}$$

$$\text{Luego: } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\frac{1}{10}}{\frac{1}{25}} = 2.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{ii) } v = \frac{dy}{dt} = 5 \cdot 50\pi \cos(50\pi t - 20\pi x)$$

$$v\left(\begin{matrix} x=0 \\ t=1 \end{matrix}\right) = 5 \cdot 50\pi \cos(50\pi - 0) = 5 \cdot 50\pi \cdot 1 = 250\pi = 785.4 \text{ m/s}$$

iii) Como $\lambda = 0.1 \text{ m}$

$$\left. \begin{array}{l} 2 \text{ puntos separados } 0.1 \text{ m tienen un desfase } \rightarrow 360^\circ \\ 2 \text{ puntos separados } 1 \text{ m} \rightarrow x \end{array} \right\} \Rightarrow x = 3600^\circ = 0^\circ \Rightarrow \text{Están en fase}$$

a) Un rayo de luz pasa de un medio a otro donde su longitud de onda es mayor. i) Indique cómo varían la frecuencia y la velocidad de propagación. ii) Realice un esquema indicando si el haz refractado se aleja o se acerca de la normal.

b) Un rayo de luz incide sobre la superficie que separa dos medios de índices de refracción $n_1 = 2'37$ y n_2 desconocido con un ángulo de incidencia de 16° y uno de refracción de 30° .

i) Haga un esquema del proceso y determine n_2 . ii) Calcule a partir de que ángulo de incidencia no se produce refracción.

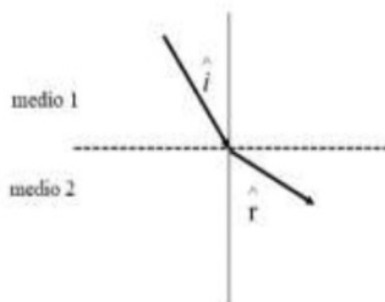
FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 7

RESOLUCION

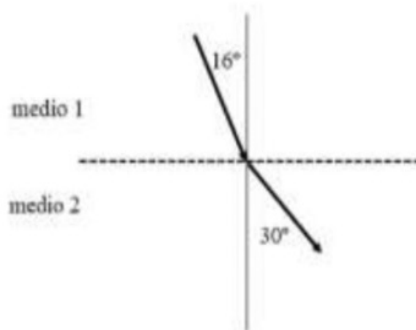
a) (i) La frecuencia es la misma en los dos medios.

$$\left. \begin{array}{l} v_1 = \lambda_1 \cdot f \\ v_2 = \lambda_2 \cdot f \end{array} \right\} \text{ y como } \lambda_1 < \lambda_2 \Rightarrow v_1 < v_2 \text{ Luego, la velocidad aumenta}$$

(ii) Ley de Snell: $\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} < 1 \Rightarrow \sin \hat{i} < \sin \hat{r} \Rightarrow \hat{i} < \hat{r} \Rightarrow \text{El rayo se aleja de la normal}$



b) (i)



$$\text{Ley de Snell: } \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin 16^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{n_2}{2'37} \Rightarrow n_2 = 1'306$$

$$(ii) \text{ Ley de Snell: } \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin \hat{i}}{\sin 90^\circ} = \frac{1'306}{2'37} \Rightarrow \sin \hat{i} = 0'551 \Rightarrow \hat{i} = 33'43^\circ$$

Luego para ángulos mayores que $33'43^\circ$ no se produce refracción

a) Dibuje de forma aproximada la gráfica que representa la energía de enlace por nucleón en función del número másico e indique, razonadamente, a partir de ella, dónde están favorecidos energéticamente los procesos de fusión y fisión nuclear.

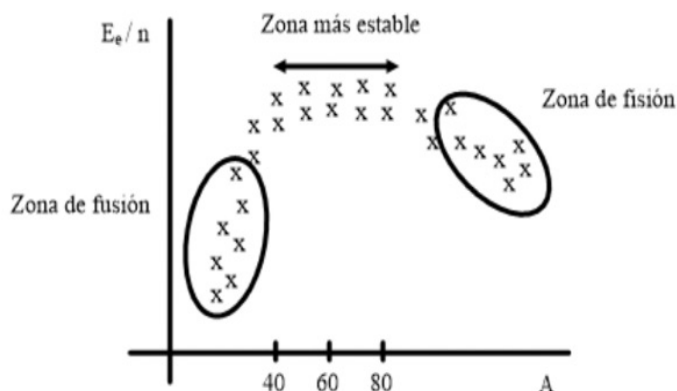
b) La masa atómica del isótopo $^{14}_6\text{C}$ es 14'003241 u. Calcule i) El defecto de masa. ii) La energía de enlace por nucleón.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; 1 \text{ u} = 1'67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; m_p = 1'007276 \text{ u}; m_n = 1'008665 \text{ u}$$

FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 4

R E S O L U C I O N

a) La variación de la estabilidad de los núcleos atómicos en función del número másico se explica bien mediante la gráfica energía de enlace por nucleón (E_e/n) frente al número másico (A). Cada elemento se representa por unas x y la distribución de puntos sale algo aproximado al esquema:



Para los núcleos ligeros $A < 40$ la E_e/n aumenta rápidamente con A.

Para los núcleos pesados $A > 80$ la E_e/n disminuye lentamente con A.

Los núcleos más estables están en torno a $40 < A < 80$.

Las reacciones de fusión parten de núcleos ligeros y produce un núcleo más pesado que es más estable que los núcleos de partida.

Las reacciones de fisión rompen un núcleo pesado y producen núcleos más ligeros que son más estables que el núcleo de partida.



(i) Calculamos el defecto de masa

$$\Delta m = 6 \cdot \text{masa}(p) + 8 \cdot \text{masa}(n) - \text{masa } ^{14}_6\text{C} = 6 \cdot 1'007276 + 8 \cdot 1'008665 - 14'003241 = 0'109735 \text{ u} \cdot 1'66 \cdot 10^{-27} = 1'82 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$$

(ii) Calculamos la energía de enlace por nucleón

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 1'82 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1'638 \cdot 10^{-11} \text{ Julios}$$

La energía de enlace por nucleón es: $E_e/n = \frac{1'638 \cdot 10^{-11}}{14} = 1'17 \cdot 10^{-12} \text{ Julios/nucleón}$

a) Al incidir luz roja sobre un determinado metal se produce efecto fotoeléctrico. Explique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones: i) Si se duplica la intensidad de dicha luz se duplicará también la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos. ii) Si se ilumina con luz azul no se produce efecto fotoeléctrico.

b) Un metal tiene una frecuencia umbral de $2 \cdot 10^{14}$ Hz para que se produzca efecto fotoeléctrico. Si el metal se ilumina con una radiación de longitud de onda $2 \cdot 10^{-7}$ m, calcule:

i) La velocidad máxima de los fotoelectrones emitidos. ii) El potencial de frenado.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} ; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 8

RESOLUCION

a) (i)

$$\text{Luz}_1 \Rightarrow I_1$$

$$\text{Luz}_2 \Rightarrow I_2 = 2 \cdot I_1$$

La afirmación es falsa. Ya que en la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2}mv^2, \text{ no aparece la intensidad de luz (nº de fotones por segundo),}$$

por lo que la intensidad de luz no influye en la energía cinética de los electrones arrancados.

(ii) La afirmación es falsa. La frecuencia de la luz azul es mayor que la frecuencia de la luz roja, que a su vez, es mayor que la frecuencia umbral. Luego, la luz azul también produce efecto fotoeléctrico.

b)

$$f_0 = 2 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-7}} = 1'5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

(i) Aplicamos la ecuación de Einstein

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 1'5 \cdot 10^{15} = 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 2 \cdot 10^{14} + \frac{1}{2}9'1 \cdot 10^{-31}v^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 1.376.330 \text{ m/s} = 1'38 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

(ii) Calculamos el potencial de frenado

La frecuencia umbral de la célula fotoeléctrica es aquella frecuencia a partir de la cual se produce efecto fotoeléctrico.

$$\Delta E_c = \Delta E_p = q_e \cdot V_f \Rightarrow V_f = \frac{\Delta E_c}{q_e} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 1'5 \cdot 10^{15} - 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 2 \cdot 10^{14}}{1'6 \cdot 10^{-19}} = 5'39 \text{ V}$$

Este potencial aplicado a cada electrón le quita una energía de 5'39 V (lo frena)