Galicia. Examen EBAU resuelto de Física. Julio 2019

OPCIÓN A

C.1. La distancia focal de un sistema formado por una lente convergente de 2 dioptrías y otra divergente de 4,5 dioptrías es: a) m; c) −0,4 m.

La respuesta correcta es la **c**. Un sistema óptico que resulte de la combinación de varias lentes tendrá una potencia igual potencias de las lentes individuales. Además, debemos tener en cuenta de que una lente convergente tiene una potencia posi forma a la derecha, y una lente divergente una potencia negativa, la imagen se forma a la izquierda:

$$P_T = P_1 + P_2 = +2 - 4{,}5 \quad \Rightarrow \quad P_T = -2{,}5\ D$$

A partir de la potencia podemos calcular la distancia focal:

$$P = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{-2{,}5} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{f' = -0{,}4\ \ m}$$

C.2. Las líneas de fuerza del campo eléctrico: a) son cerradas; b) en cada punto son perpendiculares a las superficies equipoten cortarse.

La respuesta correcta es la **b**. Las superficies equipotenciales son aquellas en las que el potencial toma un valor constante, es otro lado, la variación del potencial se puede calcular de la siguiente manera:

$$dV = -\vec{E} \cdot d\vec{r}$$

Como la variación de potencial se calcula a partir de un producto escalar, este será cero cuando el vector campo y el des perpendiculares:

$$dV = 0 \quad \Rightarrow \quad \vec{E} \perp d\vec{r}$$

C.3. Una partícula de masa *m* y carga *q* penetra en una región donde existe un campo magnético uniforme de módulo B p velocidad *v* de la partícula. El radio de la órbita descrita: a) aumenta si aumenta la energía cinética de la partícula; b) aum la intensidad de campo magnético; c) no depende de la energía cinética de la partícula.

La respuesta correcta es la **a**. Cuando una partícula cargada entra de forma perpendicular a un campo magnético, ap magnética también perpendicular, que hace que empiece a describir orbitas circulares. Esa fuerza magnética es igual a la fuerz

$$F_{magnética} = F_{centrípeta}$$

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

Vamos a poner el radio en función de la energía cinética de la partícula:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}}$$

$$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{m \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}}}{q \cdot B} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{\sqrt{2 \cdot E_c \cdot m}}{q \cdot B}$$

Como se ve en la expresión anterior, el radio es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la energía cinética, por lo q sea esta mayor será el radio de giro.

C.4. Determina gráficamente el índice de refracción de un vidrio a partir de la siguiente tabla de valores de los ángulos de inc refracción, φ_r, de la luz. Estima su incertidumbre.

Nº exp.	**1**	**2**	**3**	**4**
$\varphi_i/^0$	**10,0^0**	**20,0^0**	**30,0^0**	**40,0^0**
$\varphi_r/^0$	**6,5^0**	**13,5^0**	**20,3^0**	**25,5^0**

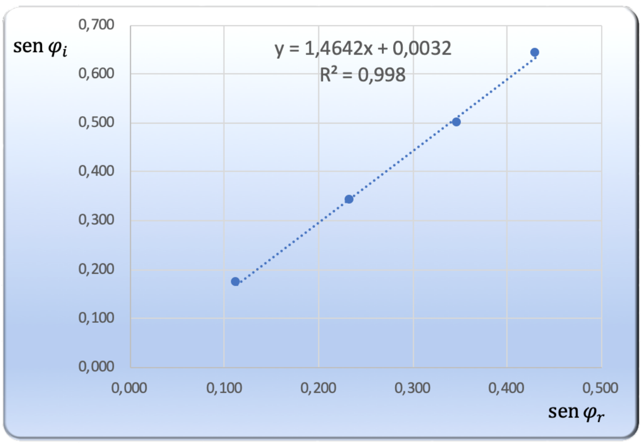
Para determinar el índice de refracción de un vidrio haremos incidir sobre él un haz de luz, con un determinado ángulo y, med con el que ese rayo sale refractado por el otro lado. El rayo incidente procederá del aire, del cual sabemos su índice de re determinaremos el índice de refracción del vidrio a partir de la ecuación de Snell:

$$n_{aire} \cdot \operatorname{sen} \varphi_i = n_{vidrio} \cdot \operatorname{sen} \varphi_r \quad \Rightarrow \quad 1 \cdot \operatorname{sen} \varphi_i = n_{vidrio} \cdot \operatorname{sen} \varphi_r$$

Así si representamos el seno del ángulo refractado frente al seno del ángulo incidente obtendremos una recta cuya pendiente refracción del vidrio. Primero calculamos el seno de los ángulos:

Nº exp.	1	2	3	4
$\varphi_i/^0$	10,0^0	20,0^0	30,0^0	40,0^0
$\operatorname{sen} \varphi_i$	0,174	0,342	0,500	0,643
$\varphi_r/^0$	6,5^0	13,5^0	20,3^0	25,5^0
$\operatorname{sen} \varphi_r$	0,113	0,233	0,347	0,431

Hacemos la representación gráfica:



Como antes dijimos, el índice de refracción del vidrio será la pendiente de la recta, es decir:

P.1. Considera dos masas de 2 kg y 4 kg fijas sobre el eje X en el origen y a x = 6 m, respectivamente. Calcula:

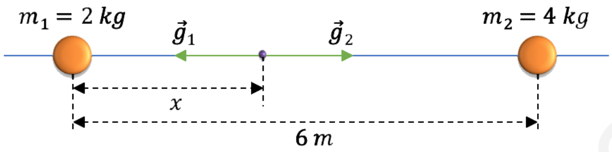
a) Las coordenadas de un punto en el que el campo gravitatorio resultante valga cero.

b) El potencial gravitatorio en x = 2 m.

c) El trabajo realizado por la fuerza del campo gravitatorio para llevar una masa de 6 kg desde ese punto hasta el infinito. In del resultado.

DATO: $\boldsymbol{G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}}$

a) Hacemos un dibujo a partir de los datos del problema y dibujamos los vectores campo:



El punto buscado va a estar situado entre las dos masas, porque va a ser el único caso en el que los vectores campo dirección y sentidos contrarios. En ese punto los vectores campo y sus módulos valdrán:

$$\begin{cases} \vec{g}_1 = G \cdot \dfrac{m_1}{x^2} \cdot (-\vec{i}\,) \\ \vec{g}_2 = G \cdot \dfrac{m_2}{(6-x)^2} \cdot \vec{i} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} g_1 = G \cdot \dfrac{m_1}{x^2} \\ g_2 = G \cdot \dfrac{m_2}{(6-x)^2} \end{cases}$$

Como son dos vectores con distinto sentido, para que la suma sea cero llega con que tengan el mismo módulo. Igualand coordenadas del punto buscado:

$$G \cdot \frac{m_1}{x^2} = G \cdot \frac{m_2}{(6-x)^2} \quad \Rightarrow \quad \frac{m_1}{x^2} = \frac{m_2}{(6-x)^2} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{m_1}{x^2}} = \sqrt{\frac{m_2}{(6-x)^2}}$$

$$\frac{\sqrt{m_1}}{x} = \frac{\sqrt{m_2}}{6-x} \quad \Rightarrow \quad 6 \cdot \sqrt{m_1} - x \cdot \sqrt{m_1} = x \cdot \sqrt{m_2} \quad \Rightarrow \quad 6 \cdot \sqrt{m_1} = x \cdot \sqrt{m_1} + x \cdot \sqrt{m_2}$$

$$6 \cdot \sqrt{m_1} = x \cdot \left(\sqrt{m_1} + \sqrt{m_2}\right) \quad \Rightarrow \quad x = \frac{6 \cdot \sqrt{m_1}}{\sqrt{m_1} + \sqrt{m_2}} = \frac{6 \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{2} + \sqrt{4}}$$

$$\boldsymbol{x = 2{,}5\ m}$$

b) El potencial eléctrico que crea una carga en un punto se calcularía:

$$V = G \cdot \frac{m}{d}$$

Si tenemos dos masas, el potencial será la suma de los potenciales que crea cada una de ellas en ese punto:

$$V_T = V_1 + V_2 = -G \cdot \frac{m_1}{d_1} - G \cdot \frac{m_2}{d_2} = -G \cdot \left(\frac{m_1}{d_1} + \frac{m_2}{d_2}\right)$$

$$V_T = -6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot \left(\frac{2}{2} + \frac{4}{4}\right)$$

$$\boldsymbol{V_T = -1{,}3 \cdot 10^{-10}\ J/kg}$$

c) El trabajo para trasladar una masa entre dos puntos lo podemos calcular a partir de los potenciales en ambos punto

$$W_A^{\infty} = m \cdot (V_A - V_{\infty})$$

El potencial en el infinito es cero, porque la masa estará tan sumamente alejada que las otras no serán capaces de atraerla el primer punto es el calculado en el apartado anterior:

$$W_A^{\infty} = 6 \cdot (-1{,}3 \cdot 10^{-10} - 0) \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{W_A^{\infty} = -8{,}0 \cdot 10^{-10}\ J}$$

Como el trabajo tiene signo negativo significa que debe existir una fuerza externa actuando sobre la masa que se o gravitatoria y que es la que impone el sentido del movimiento.

P.2. Se ilumina un metal con luz monocromática de una cierta longitud de onda. Si el trabajo de extracción es de $4,8 \cdot 10^{-19}$ J frenado es de 2,0 V, calcula:

a) La velocidad máxima de los electrones emitidos.

b) La longitud de onda de la radiación incidente.

c) Represента gráficamente la energía cinética máxima de los electrones emitidos en función de la frecuencia de la luz incid

DATO: $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}\ C$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\ kg$; $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s^{-1}$
$c = 3 \cdot 10^8\ m \cdot s^{-1}$

a) El producto del potencial de frenado por la carga del electrón será igual a la energía que tenemos que aplicar para evitar q sean acelerados. Por lo tanto, será igual a la energía cinética máxima de los mismos:

$$q \cdot \Delta V = E_{c_{máx}} \Rightarrow q \cdot \Delta V = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_{máx}{}^2 \Rightarrow v_{máx} = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot \Delta V}{m_e}}$$

$$v_{máx} = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot \Delta V}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,0}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \Rightarrow \boldsymbol{v_{máx} = 8,4 \cdot 10^5\ m/s}$$

b) La longitud de onda de la radiación incidente la podemos calcular a partir de la ecuación del efecto fotoeléctrico:

$$h \cdot f = W_0 + q \cdot \Delta V \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_0 + q \cdot \Delta V$$

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{W_0 + q \cdot \Delta V} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4,8 \cdot 10^{-19} + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,0}$$

$$\boldsymbol{\lambda = 2,5 \cdot 10^{-7}\ m}$$

c) A partir del trabajo de extracción vamos a calcular la frecuencia umbral:

$$W_0 = h \cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{4,8 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} \Rightarrow f_0 = 7,3 \cdot 10^{14}\ s^{-1}$$

Para valores inferiores a esta frecuencia no se produce efecto fotoeléctrico, no se arrancarán electrones y la energía ciné cero. A partir de ese valor cuanto mayor es la frecuencia mayor será la energía cinética de los electrones arrancados. Todo puede observar en el gráfico que nos piden:

OPCIÓN B

C.1. El $^{232}_{90}Th$ se desintegra emitiendo 6 partículas α y 4 partículas β, lo que da lugar a un isótopo estable de plomo de número b) 78; c) 74.

La respuesta correcta es la **a**. El núcleo de torio se desintegra emitiendo 6 partículas alfa (núcleos de helio) y 4 partículas según la siguiente reacción nuclear:

$$^{232}_{90}Th \longrightarrow 6\,^{4}_{2}\alpha \;+\; 4\,^{0}_{-1}\alpha \;+\; ^{208}_{82}Pb$$

La suma de los números másicos y de números atómicos de reactivos tiene que ser igual al de los productos de la reacción **forma un núcleo de plomo de número atómico 82**.

C.2. La expresión que relaciona la energía mecánica de un satélite que describe una órbita circular alrededor de un planeta y su es: a) $E_M = -E_p$; b) $E_M = -\frac{1}{2}E_p$; c) $E_M = \frac{1}{2}E_p$.

La respuesta correcta es la **c**. La energía potencial de un satélite en órbita es:

$$E_p = -G \cdot \frac{M_p \cdot m_s}{r} \;\; (J)$$

La energía mecánica de un satélite que orbita alrededor de un planeta es la suma de su energía cinética y energía potencial:

$$E_M = E_c + E_p = \frac{1}{2} \cdot m_s \cdot v^2 - G \cdot \frac{M_p \cdot m_s}{r}$$

Substituyendo la velocidad orbital del satélite en la expresión anterior y operando obtenemos la expresión de la energía mecá

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_p}{r}} \;\; \Rightarrow \;\; E_M = \frac{1}{2} \cdot m_s \cdot \left(\sqrt{\frac{G \cdot M_p}{r}}\right)^2 - G \cdot \frac{M_p \cdot m_s}{r}$$

$$E_M = \frac{1}{2} \cdot m_s \cdot \frac{G \cdot M_p}{r} - G \cdot \frac{M_p \cdot m_s}{r} = \frac{G \cdot M_p \cdot m_s}{r} \cdot \left(\frac{1}{2} - 1\right)$$

$$E_M = -\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M_p \cdot m_s}{r} \;\; (J)$$

Como se puede comprobar la energía mecánica del satélite en órbita es igual a la mitad de su energía potencial:

$$\boldsymbol{E_M = \frac{1}{2} \cdot E_p}$$

C.3. **Una superficie plana separa dos medios de índices de refracción distintos n_1 y n_2. Un rayo de luz incide desde el medio de cuál de las afirmaciones siguientes es verdadera: a) el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo de reflexión; b) los ángu y de refracción son siempre iguales; c) si $n_1 < n_2$ no se produce reflexión total.**

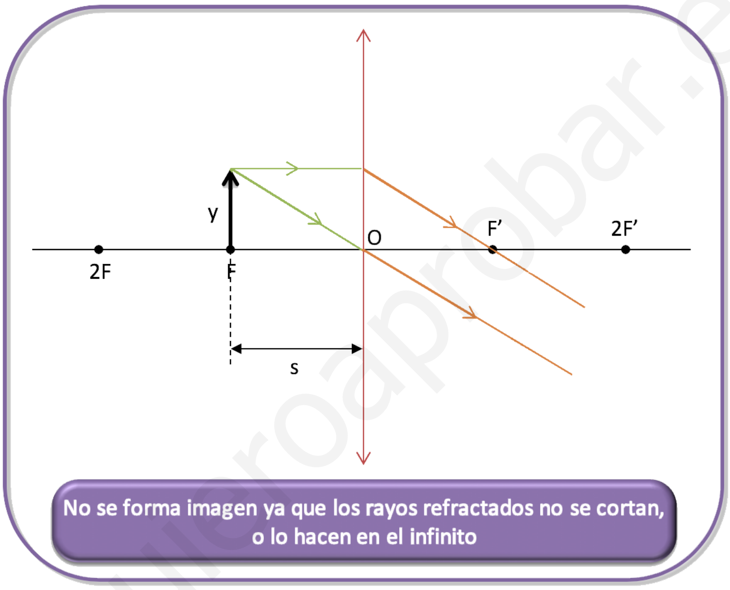
La respuesta correcta es la **c**. Si el índice de refracción del primer medio es menor que el del segundo, el rayo refractado se a Para que se produjera la reflexión total ese rayo refractado debería alejarse de la normal hasta que volviera a salir al primer me

$$n_1 \cdot \operatorname{sen} \hat{\imath} = n_2 \cdot \operatorname{sen} \hat{r} \quad \Rightarrow \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{\operatorname{sen} \hat{r}}{\operatorname{sen} \hat{\imath}}$$

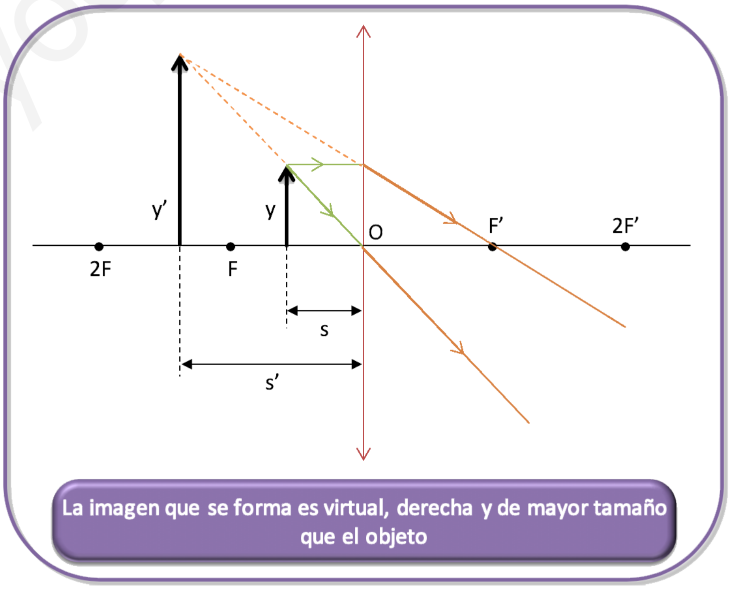
$$n_1 < n_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{n_1}{n_2} < 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{\operatorname{sen} \hat{r}}{\operatorname{sen} \hat{\imath}} < 1 \quad \Rightarrow \quad \sin \hat{r} < \sin \hat{\imath} \quad \Rightarrow \quad \hat{r} < \hat{\imath}$$

C.4. **En la práctica de óptica geométrica trabajas con lentes convergentes y obtienes imágenes en una pantalla variando la d objeto y la lente. Justifica con diagramas de rayos los casos en los que no obtienes imágenes en la pantalla.**

En esta práctica sólo hay dos casos en los que no se forma imagen. El primero de ellos es cuando al variar la distancia entre el el objeto queda situado a una distancia igual a la distancia focal:



El segundo caso es cuando la distancia entre el objeto y la lente es menor a la distancia focal. En este caso la imagen que se fo forma delante de la lente, y estas imágenes no se pueden recoger en la pantalla:



P.1. Un electrón se acelera desde el reposo mediante una diferencia de potencial de $1,0 \cdot 10^3$ V, penetrando perpendicularmente, en un campo magnético uniforme de 0,20 T. Calcula:

a) La velocidad del electrón al entrar en el campo magnético.

b) El radio de la trayectoria del electrón.

c) El módulo, la y el sentido del campo eléctrico uniforme necesario para que el electrón no experimente desviac la región en la que existen el campo eléctrico y el magnético.

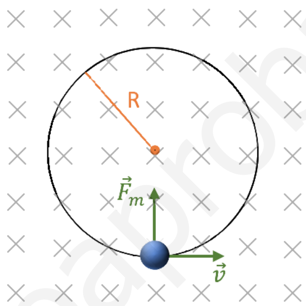
DATOS: $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}\ C\ ;\ m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\ kg$

a) Al aplicar una diferencia de potencial a una partícula cargada, la energía eléctrica comunicada se convierte en energía cinéti

$$q \cdot \Delta V = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot \Delta V}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 1{,}0 \cdot 10^3}{9{,}1 \cdot 10^{-31}}} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{v = 1,9 \cdot 10^7\ m/s}$$

b) Sobre ese electrón acelerado, al entrar en una zona donde existe un campo magnético perpendicular a su velocida fuerza magnética perpendicular a su vez a los dos vectores anteriores (ley de Lorentz) que actuará de fuerza centrípe partícula describiendo órbitas circulares:



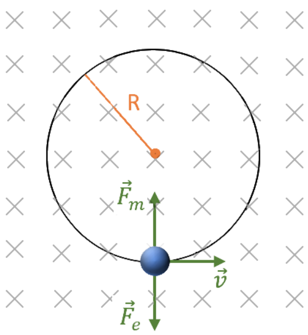
Como sabemos que esa fuerza magnética es una fuerza centrípeta o normal, podemos calcular el radio de la trayectoria:

$$F_{magnética} = F_{centrípeta}$$

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

$$R = \frac{9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot 1{,}9 \cdot 10^7}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}20} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{R = 5,3 \cdot 10^{-4}\ m}$$

c) El campo eléctrico debe provocar una fuerza eléctrica sobre la carga, del mismo módulo y dirección y de sentido que provoca el campo magnético:



Para calcular el módulo de ese campo, sabemos que la fuerza eléctrica es igual al producto del campo por la carga y que, a la fuerza magnética que podemos calcular con la ley de Lorentz:

$$F_e = F_m \quad \Rightarrow \quad E \cdot q = q \cdot v \cdot B \quad \Rightarrow \quad E = \frac{q \cdot v \cdot B}{q} = v \cdot B$$

P.2. En una cuerda se propaga una onda dada por la ecuación $y(x,t) = 0,04 \cdot \text{sen}\, 2\pi(2x - 4t)$, donde las longitudes se expr el tiempo en segundos. Calcula:

a) La frecuencia, el número de onda, la longitud de onda y la velocidad de propagación de la onda.

b) La diferencia de fase, en un instante determinado, entre dos puntos de la cuerda separados 1 m y comprueba están en fase o en oposición.

c) Los módulos de la velocidad y aceleración máximas de vibración de los puntos de la cuerda.

a) La ecuación general de una onda armónica tiene la siguiente expresión:

$$y(x,t) = A \cdot \text{sen}(k \cdot x - \omega \cdot t)$$

Comparando esta expresión con la que nos da el enunciado del problema, obtenemos de forma directa el número de on angular o pulsación. A partir de las mismas, podemos calcular la longitud de onda y el período:

$$y(x,t) = 0{,}04 \cdot \text{sen}(4\pi \cdot x - 8\pi \cdot t)$$

$$k = 4\pi \;\; ; \;\; k = \frac{2\pi}{\lambda} \;\; \Rightarrow \;\; \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{4\pi} \;\; \Rightarrow \;\; \boldsymbol{\lambda = 0,5\ m}$$

$$\omega = 8\pi \;\; ; \;\; \omega = 2\pi \cdot f \;\; \Rightarrow \;\; f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{8\pi}{2\pi} \;\; \Rightarrow \;\; \boldsymbol{f = 4\ Hz}$$

A partir de la longitud de onda y de la frecuencia podemos calcular la velocidad de propagación:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f = 0{,}5 \cdot 4 \;\; \Rightarrow \;\; \boldsymbol{v = 2\ \frac{m}{s}}$$

b) La fase de la onda es el argumento del seno. Por lo tanto, para calcular la diferencia de fase de dos puntos en un instante da

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \omega t - kx_2 + \varphi_0 - (\omega t - kx_1 + \varphi_0)$$

$$\Delta\varphi = kx_1 - kx_2 = k(x_1 - x_2) \;\; \Rightarrow \;\; \Delta\varphi = k \cdot \Delta x$$

$$\Delta\varphi = 4\pi \cdot 1 \;\; \Rightarrow \;\; \boldsymbol{\Delta\varphi = 4\pi\ rad}$$

Eses dos puntos de la onda estarán en fase si esa diferencia es un múltiplo entero de la longitud de onda:

$$\Delta x = n \cdot \lambda \;\; \Rightarrow \;\; n = \frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{1}{0{,}5} \;\; \Rightarrow \;\; n = 2$$

Efectivamente es un múltiplo entero, por lo que **eses dos puntos vibran en fase**.

c) Derivando la función de la onda obtenemos la expresión que nos da la velocidad de vibración de cualquier punto de la mism

$$v = \frac{dy}{dt} = -8\pi \cdot 0{,}04\ \cos(4\pi \cdot x - 8\pi \cdot t) \;\; \Rightarrow \;\; v = -0{,}32\pi \cdot \cos(4\pi \cdot x - 8\pi \cdot t)$$

La máxima velocidad de vibración de un punto de la onda, será cuando ese punto pase por su posición de equilibrio, es coseno tome valor ± 1, por lo que el módulo de la velocidad pedida es:

$$\boldsymbol{v = 0,32\pi\ m/s}$$

La aceleración es la derivada de la velocidad:

$$v = \frac{dv}{dt} = -8\pi \cdot 0{,}32\pi\ \text{sen}(4\pi \cdot x - 8\pi \cdot t) \;\; \Rightarrow \;\; v = -2{,}56\pi^2 \cdot \text{sen}(4\pi \cdot x - 8\pi \cdot t)$$

La aceleración máxima de vibración de un punto de la onda, será cuando ese punto pase por su máxima elongación, es dec tome valor ± 1, por lo que el módulo de la aceleración que nos piden es:

$$\boldsymbol{a = 2,56\pi^2\ m/s^2}$$