SELECTIVIDAD FÍSICA CANARIAS. JUNIO 2021. OPCIÓN A.

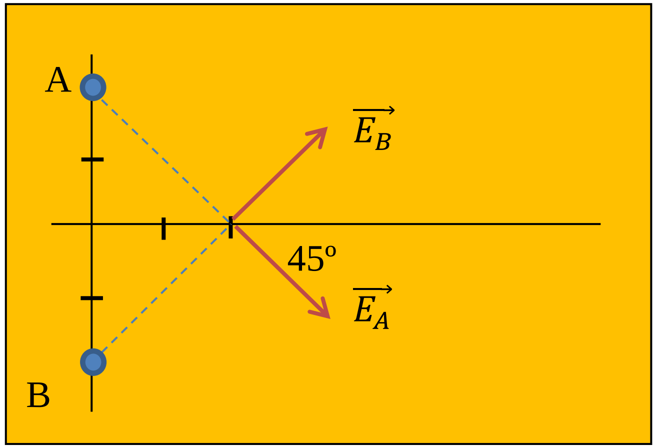
P1.- Una carga puntual de 10^{-6} C está situada en el punto A (0,2) de un sistema cartesiano. Otra carga puntual de 10^{-6} C está situada en el punto B (0,-2). Las coordenadas están expresadas en metros. Calcule:

a) El potencial electrostático en el punto C (2,0).

b) El vector intensidad de campo eléctrico en el punto C (2,0).

c) El trabajo realizado por el campo para llevar una carga puntual de 1 C desde el punto C (2,0) al punto D (0,0).

Dato: $K = 9 \cdot 10^9$ N m^2 C^{-2}.



a)

$$V_C = V_A + V_B = K \cdot \left(\frac{q_A}{r_A} + \frac{q_B}{r_B}\right) = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6}}{\sqrt{8}} = 6364\ V$$

b) El vector intensidad de campo eléctrico en el punto C (2,0).
c) El trabajo realizado por el campo para llevar una carga puntual de 1 C desde el punto C (2,0) al punto D (0,0).
Dato: K = $9 \cdot 10^9$ N m^2 C^{-2}.

---

b) Las componentes verticales de los campos creados por las dos cargas se anulan. Calculamos la componente horizontal y la multiplicamos por dos.

$$E_A = E_B = K \cdot \frac{q_A}{r_A^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6}}{8} = 1125 \ N/C \qquad \vec{E} = 2 \cdot 1125 \cdot cos45\,\vec{\imath} = 1591{,}0\,\vec{\imath} \ \ N/C$$

c) Primero calculamos el potencial eléctrico en el punto D (0,0).

$$V_D = 2 \cdot V_A = 2 \cdot K \cdot \frac{q_A}{r_A} = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6}}{2} = 9000\,V$$

El trabajo realizado por el campo es igual el incremento de energía potencial cambiado de signo.

$$W_C = -\Delta Ep = -q \cdot \Delta V = -q \cdot (V_D - V_C) = q \cdot (V_C - V_D) = 1 \cdot (6364 - 9000) = -2636\,J$$

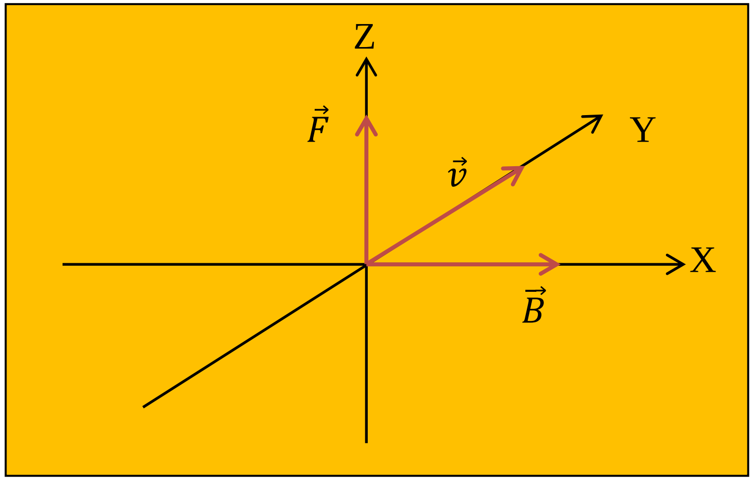
P2.- Un electrón penetra perpendicularmente (en el sentido positivo del eje OY) en una región donde existe un campo magnético uniforme de valor 10^{-2} T (en el sentido positivo del eje OX). Sabiendo que el electrón describe una trayectoria circular de 12 cm de radio, calcule:

a) La fuerza que ejerce el campo magnético sobre el electrón e indique su dirección y sentido.

b) La energía cinética del electrón en eV.

c) El número de vueltas que da el electrón en 10-3 s.

Datos: $q_e = -1{,}60\cdot10^{-19}$ C; $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg; 1 eV = $1{,}6\cdot10^{-19}$ J



a)

$$R = \frac{m\cdot v}{|q|\cdot B\cdot sen\alpha} \qquad v = \frac{R\cdot|q|\cdot B\cdot sen\alpha}{m} = \frac{0{,}12\cdot1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}01\cdot1}{9{,}1\cdot10^{-31}} = 2{,}1\cdot10^{8}\,m/s$$

$$F = |q|\cdot v\cdot B\cdot sen\alpha = 1{,}6\cdot10^{-19}\cdot2{,}1\cdot10^{8}\cdot0{,}01 = 3{,}36\cdot10^{-13}\,N \qquad \vec{F} = 3{,}36\cdot10^{-13}\,\vec{k}\,N$$

b) La energía cinética del electrón en eV.
c) El número de vueltas que da el electrón en 10^{-3} s.
Datos: q_e = - $1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C; m_e = $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg; 1 eV = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J

b)

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot (2{,}1 \cdot 10^8)^2 = 2{,}0 \cdot 10^{-14}\, J = \frac{2{,}0 \cdot 10^{-14}\, J}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\, J/eV} = 1{,}25 \cdot 10^5\, eV$$

c) Como la velocidad es constante el espacio recorrido es igual al producto de la velocidad por el tiempo.

$$Número\ de\ vueltas = \frac{e}{2\pi R} = \frac{v \cdot t}{2\pi R} = \frac{2{,}1 \cdot 10^8 \cdot 0{,}001}{2\pi \cdot 0{,}12} = 278521\ vueltas$$

Vueltas y vueltas

P3.- El desplazamiento transversal de los puntos de una cuerda por los que se propaga una perturbación armónica viene dado por y (x,t) = 0,5·sen (5t – 10x + φ_0), donde x e y se miden en metros y t en segundos. Si en el instante inicial (t=0), la elongación en el origen de coordenadas (x=0) es 0,5, calcule:

a) El periodo, la longitud de onda y la fase inicial.

b) La velocidad de propagación de la perturbación, así como la velocidad máxima de vibración de cualquier punto de la cuerda.

c) La diferencia de fase, en un determinado instante, entre dos puntos de la cuerda separados entre sí una distancia de 40 cm.

a) A = 0,5 m; ω = 5 rad/s; k = 10 rad/m; t = 0 y x = 0: y = 0,5 m.

Para que la elongación para x = 0 y t = 0 sea 0,5 m, la fase inicial debe valer π/2 radianes.

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2} rad \qquad \omega = 5 = \frac{2\pi}{T} \qquad T = \frac{2}{5}\cdot\pi = 0{,}4\pi\ s \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{10} = 0{,}2\pi\ m$$

b)

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0{,}2\pi}{0{,}4\pi} = 0{,}5\ m/s$$

$$v_v = \frac{dy}{dt} = 0{,}5\cdot 5\cdot\cos\left(5t - 10x + \frac{\pi}{2}\right) \qquad v_v(máxima) = 0{,}5\cdot 5 = 2{,}5\ m/s$$

Evidentemente la velocidad máxima se dará en los dos sentidos de vibración, en el positivo y en el negativo.

c) Tenemos en cuenta que dos puntos separados por una longitud de onda están desfasados en 2π rad, por lo que:

$$\Delta\varphi = 2\pi\cdot\frac{d}{\lambda} = 2\pi\cdot\frac{0{,}4}{0{,}2\pi} = 4\ rad$$

P4.- Una onda armónica senoidal transversal se propaga en sentido positivo del eje X con una frecuencia de 10 Hz, una velocidad de propagación de 20 m/s, una amplitud de 5 cm y una fase inicial nula. Determine:
a) La ecuación de la onda.
b) La velocidad de vibración de un punto situado en x = 20 cm en el instante t = 0,25 s.
c) La distancia entre dos puntos cuya diferencia de fase, en un determinado instante, es π/4 rad.

a) →; f = 10 Hz; v = 20 m/s, A = 0,05 m; φ_0 = 0 rad.

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 10 = 20\pi \, Hz \qquad v = \lambda \cdot f \quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{10} = 2\,m \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{2} = \pi \; rad/m$$

$$y = A\,sen\,(\omega t - kx + \varphi_0) \qquad y = 0{,}05\,sen\,(20\pi \cdot t - \pi \cdot x)$$

b)

$$v = \frac{dy}{dt} = 0{,}05 \cdot 20\pi\,cos(20\pi \cdot t - \pi \cdot x)$$

$$v(x = 0{,}2m, t = 0{,}25s) = 0{,}05 \cdot 20\pi \cos(20\pi \cdot 0{,}25 - \pi \cdot 0{,}2) = -2{,}54\;m/s$$

c) Dos puntos separados por una longitud de onda están desfasados en 2π radianes. Por lo tanto:

$$d = \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \cdot \lambda = \frac{\pi/4}{2\pi} \cdot 2 = 0{,}25\,m$$

π/4 radianes son la octava parte de 2π radianes, por lo tanto es lógico que la distancia sea la octava parte de la longitud de onda, que es 2/8 = 0,25 m.

C1.- Obtenga la expresión de la velocidad que debe tener un cuerpo para escapar de un planeta de masa M y radio R. ¿Cuánto vale la velocidad de escape del planeta Marte?
Datos: G = $6,67\cdot10^{-11}$ $N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$; $M_{Marte} = 6,40\cdot10^{23}$ kg; R_{Marte} = 3320 km.

Para que un cuerpo escape definitivamente de la atracción gravitatoria debe alejarse hasta una distancia infinita. La velocidad de escape es la mínima velocidad que debe poseer un cuerpo para que escape de la atracción gravitatoria, por lo que podemos suponer que la velocidad en el infinito es cero. La energía potencial en el infinito también es cero. Aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica entre la superficie del planeta y el infinito. No tenemos en cuenta el rozamiento con una posible atmósfera.

$$Em_1 = Em_2 \qquad \frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2 - \frac{G\cdot M\cdot m}{R} = 0+0 \qquad v = \sqrt{2\cdot G\cdot M/R}$$

$$v = \sqrt{2\cdot 6,67\cdot 10^{-11}\cdot 6,40\cdot 10^{23}/3,32\cdot 10^{6}} = 5071,1\ m/s$$

C2.- Enuncie la ley de Faraday Lenz. Aplíquela para calcular la fuerza electromotriz inducida en una espira, sabiendo que el flujo magnético a través de la espira viene dado por Φ (t) = 5·cos (10πt) (Tm^2).

El fenómeno de la inducción electromagnética viene gobernado por la denominada Ley de la Inducción Electromagnética o de Faraday-Lenz, cuyo enunciado es el siguiente: La fuerza electromotriz instantánea, ε (t), producida o inducida por un campo magnético en una espira conductora es igual a la variación del flujo magnético a través de la espira con respecto al tiempo en un instante dado y su sentido es opuesto a dicha variación. Su expresión matemática es: $\varepsilon = - d\Phi /dt$.

Si en vez de una sola espira se tuviera una bobina formada por la superposición de N espiras enrolladas de igual área S, la expresión de la Ley de Faraday sería la siguiente: $\varepsilon = - N \cdot d\Phi /dt$

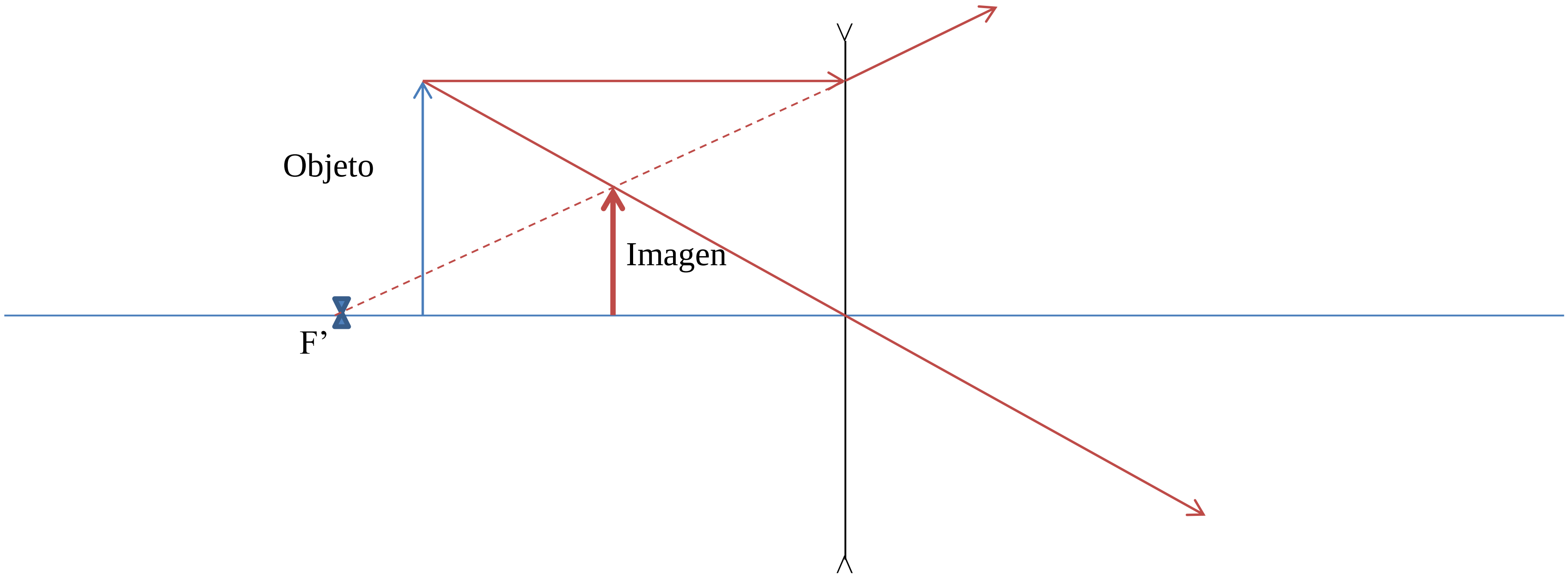
El signo negativo indica que el sentido de la corriente inducida es aquel que hace que se cree un campo magnético inducido que se opone a la variación de flujo que ha originado dicha corriente inducida.

El fenómeno de la inducción electromagnética, descubierto por Faraday, permite la obtención de corrientes eléctricas mediante campos magnéticos.

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -5 \cdot 10\pi \cdot [-sen\ (10\pi t)] = 50\pi\ sen\ (10\pi t)$$

Como vemos la fuerza electromotriz es función del tiempo. Tiene un valor máximo de 50π V.

C3.- Considere una lente divergente. Dibuje el diagrama de rayos para formar la imagen de un objeto de altura h situado a una distancia d de la lente, en el caso en que d sea menor que la distancia focal. Indique si la imagen formada es real o virtual, y si está derecha o invertida.



La imagen es menor, derecha y virtual, ya que no se cruzan los rayos si no sus prolongaciones.

C4.- Una nave espacial mide 150 m de longitud para un observador en reposo respecto de ella. La nave parte de la Tierra hacia el planeta Marte. Los habitantes de una colonia de dicho planeta dijeron que la nave medía 149,9 m cuando pasó delante de ellos. ¿A qué velocidad viajaba la nave respecto de los habitantes de la colonia situada en Marte?
Dato: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

L_0 = 150 m; L = 149,9 m, v?

En este problema se produce la contracción de la longitud debido a los efectos relativistas al poseer la nave una velocidad cercaba a la de la luz.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad L = \frac{L_0}{\gamma} \qquad L = L_0 \cdot \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \qquad \frac{L^2}{L_0^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2} \qquad \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{L^2}{L_0^2}$$

$$v = c \cdot \sqrt{1-\frac{L^2}{L_0^2}} = 3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{1-\frac{149{,}9^2}{150^2}} = \boxed{1{,}095 \cdot 10^7\ m/s}$$

SELECTIVIDAD FÍSICA CANARIAS. JUNIO 2021. OPCIÓN B.

P1.- Un pequeño satélite artificial de 2000 kg de masa describe una órbita circular alrededor de la Tierra cada 90 minutos. Calcule:

a) La altura sobre la superficie de la Tierra a la que se encuentra el satélite.

b) La velocidad y la aceleración del satélite en su órbita.

c) La energía que se necesita suministrar al satélite para posicionarlo en una nueva órbita circular situada a 500 km sobre la superficie de la Tierra.

Datos: $G = 6{,}67\cdot10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}; $R_T = 6370$ km; $M_T = 5{,}98\cdot10^{24}$ kg.

a) m = 2000 kg, T = 90·60 = 5400 s

Igualamos la fuerza de atracción gravitatoria y la fuerza centrípeta. Tenemos en cuenta que la velocidad es constante y por lo tanto igual a la longitud de la órbita dividida por el periodo orbital.

$$F_g = F_C \qquad \frac{G\cdot M\cdot m}{r^2} = \frac{m\cdot v^2}{r} \quad v^2 = \frac{G\cdot M}{r} \qquad v^2 = \frac{(2\pi r)^2}{T^2} = \frac{4\cdot\pi^2\cdot r^2}{T^2} \qquad r = \sqrt[3]{\frac{G\cdot M\cdot T^2}{4\cdot\pi^2}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot5{,}98\cdot10^{24}\cdot(5400)^2}{4\cdot\pi^2}} = 6{,}654\cdot10^6\ m$$

$$h = r - R_T = 6{,}654\cdot10^6 - 6{,}37\cdot10^6 = 2{,}84\cdot10^5 m = 284\ km$$

b) la velocidad y la aceleración del satélite en su órbita.
c) La energía que se necesita suministrar al satélite para posicionarlo en una nueva órbita circular situada a 500 km sobre la superficie de la Tierra.
Datos: G = 6,67·10^{-11} N m^2 kg^{-2}; R_T = 6370 km; M_T = 5,98·10^{24} kg.

b)

$$v=\frac{2\pi r}{T}=\frac{2\pi\cdot 6{,}654\cdot 10^6}{5400}=7742\ m/s \qquad a_C=\frac{v^2}{r}=\frac{7742^2}{6{,}654\cdot 10^6}=9{,}0\ m/s^2$$

El movimiento tiene velocidad constante, pero sí tiene aceleración centrípeta puesto que el movimiento es circular. La aceleración calculada coincide con la intensidad del campo gravitatorio a esa altura.
c) La energía mecánica es la suma de la energía cinética y de la energía potencial. La energía que debemos suministrar es la diferencia de energía mecánica que hay entre las dos órbitas.

$$Em=Ec+Ep=\frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2-\frac{G\cdot M\cdot m}{r}=\frac{1}{2}\cdot m\cdot\frac{G\cdot M}{r}-\frac{G\cdot M\cdot m}{r}=-\frac{1}{2}\cdot m\cdot\frac{G\cdot M}{r}$$

$$Em_1=-\frac{1}{2}\cdot 2000\cdot\frac{6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 5{,}98\cdot 10^{24}}{6{,}654\cdot 10^6}=-5{,}99\cdot 10^{10}J$$

$$Em_2=-\frac{1}{2}\cdot 2000\cdot\frac{6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 5{,}98\cdot 10^{24}}{6{,}87\cdot 10^6}=-5{,}81\cdot 10^{10}J$$

$$E=Em_2-Em_1=-5{,}81\cdot 10^{10}+5{,}99\cdot 10^{10}=1{,}8\cdot 10^9\ J$$

P2.- En la superficie de un planeta de 2000 km de radio la aceleración de la gravedad es de 4 m s^{-2}. A una altura de $6\cdot10^4$ km sobre la superficie del planeta se mueve, en una órbita circular, un satélite con una masa de 500 kg. Calcule:
a) La masa del planeta.
b) La velocidad del satélite en la órbita.
c) La energía total del satélite a dicha altura.
Datos: G = $6{,}67\cdot10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}.

a)

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2} \qquad M = \frac{g \cdot R^2}{G} = \frac{4 \cdot (2 \cdot 10^6)^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11}} = 2{,}4 \cdot 10^{23}\ kg$$

b)
Igualamos la fuerza de atracción gravitatoria y la fuerza centrípeta.

$$r = R + h = 2 \cdot 10^6 + 6 \cdot 10^7 = 6{,}2 \cdot 10^7\ m \qquad F_g = F_c \qquad \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{G \cdot M/r} = \sqrt{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 2{,}4 \cdot 10^{23}/6{,}2 \cdot 10^7} = 508{,}13\ m/s$$

c)

$$Em = Ec + Ep = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{G \cdot M \cdot m}{r} = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2r} = -\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 2{,}4 \cdot 10^{23} \cdot 500}{2 \cdot 6{,}2 \cdot 10^7} = -6{,}45 \cdot 10^7\ J$$

P3.- Un objeto de 2,5 cm de alto está situado a 0,75 cm de una lente. La imagen formada es de 4 cm de alto.
a) ¿A qué distancia de la lente se forma la imagen del objeto?
b) ¿Cuánto valen la distancia focal y la potencia de la lente? ¿Se trata de una lente convergente o divergente? Razone su respuesta.
c) Dibuje el trazado de rayos y determine la posición a la que debe situarse el objeto, respecto de la lente, para que su imagen se forme en el infinito.

a) y = 2,5 cm; s = -0,75 cm; y' = 4 cm

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \qquad s' = s \cdot \frac{y'}{y} = -0{,}75 \cdot \frac{4}{2{,}5} = -1{,}2\ cm$$

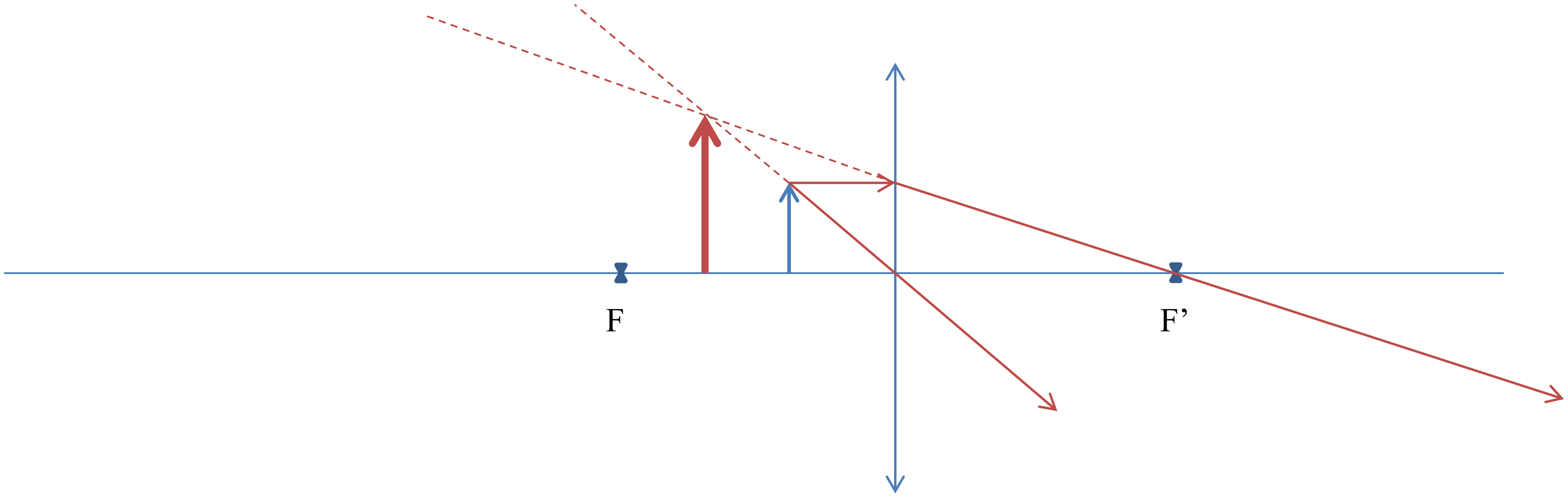
b)

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \qquad \frac{1}{f'} = \frac{1}{-1{,}2} - \frac{1}{-0{,}75} = \frac{1}{0{,}75} - \frac{1}{1{,}2} = \frac{1{,}2 - 0{,}75}{1{,}2 \cdot 0{,}75} = \frac{0{,}45}{0{,}9} \qquad f' = \frac{0{,}9}{0{,}45} = 2\ cm$$

$$P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0{,}02} = 50\ dioptrías$$

La lente es convergente ya que la distancia focal es positiva.

c) Dibuje el trazado de rayos y determine la posición a la que debe situarse el objeto, respecto de la lente, para que su imagen se forme en el infinito.



El objeto debe situarse en el foco para que la imagen se forme en el infinito. s = - 2 cm.

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \qquad \frac{1}{s} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{2} = -\frac{1}{2} \qquad s = -2\ cm$$

P4.- Una lente convergente de distancia focal + 16 cm proyecta la imagen nítida de un objeto, de 3 cm de alto, sobre una pantalla que se encuentra a 4 m de la lente.
a) Dibuje el diagrama de rayos de la situación planteada.
b) ¿A qué distancia de la lente está situado el objeto?
c) ¿Cuál es el aumento lateral de la imagen y la potencia de la lente?

f' = 16 cm; y = 3 cm; s' = 400 cm.

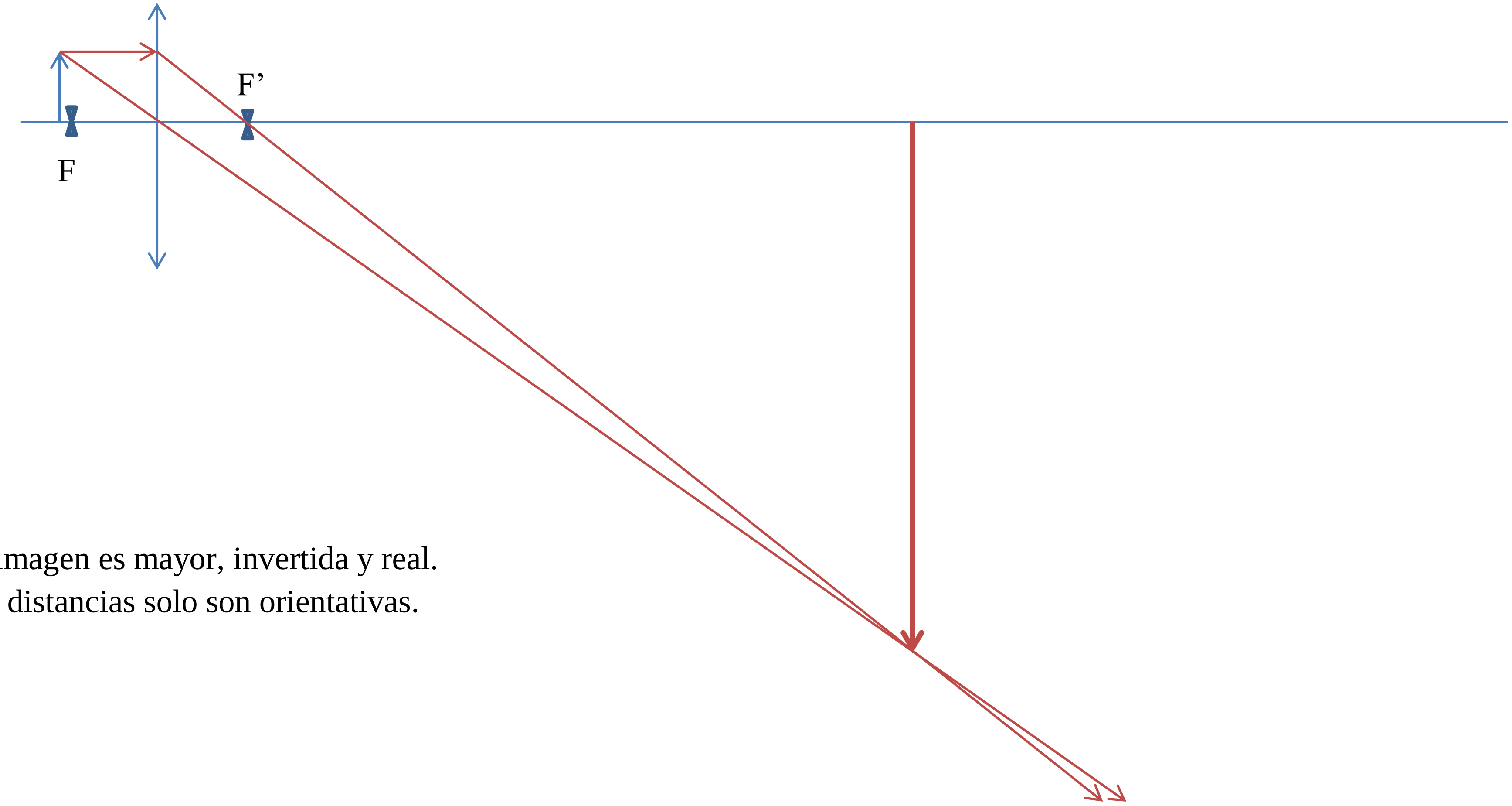
b)

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \qquad \frac{1}{s} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{400} - \frac{1}{16} = -\frac{384}{6400} \qquad s = -\frac{6400}{384} = \boxed{-16{,}67\ cm}$$

c)

$$Aumento: \qquad \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{400}{-16{,}67} = \boxed{-24} \qquad P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0{,}16} = \boxed{6{,}25\ dioptrías}$$

a)



La imagen es mayor, invertida y real.
Las distancias solo son orientativas.

C1.- Escriba la ecuación de una onda transversal armónica (sinusoidal) que se propaga por una cuerda de izquierda a derecha, si se sabe que la velocidad de propagación vale 4 m s^{-1}, su longitud de onda 2 m, su amplitud 0,8 m y su fase inicial es nula.

→; v = 4 m/s; λ = 2 m; A = 0,8 m; φ_0 = 0 rad.

$$v = \lambda \cdot f \qquad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{4}{2} = 2\ Hz \qquad \omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 2 = 4\pi\ rad/s \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{2} = \pi\, rad/m$$

$$y(x,t) = A\ sen\ (\omega t - kx + \varphi_0) \qquad y(x,t) = 0{,}8\ sen\ (4\pi \cdot t - \pi \cdot x)$$

C2.- Calcule la fuerza con la que se atraen un protón y un electrón separados entre sí una distancia de $2\cdot10^{-6}$ m. ¿Cuál es la energía potencial electrostática de este sistema de dos cargas?
Datos: $K = 9\cdot10^{9}\ N\cdot m^{2}\cdot C^{-2}$; $q_e = -1{,}602\cdot10^{-19}$ C; $q_p = 1{,}602\cdot10^{-19}$ C.

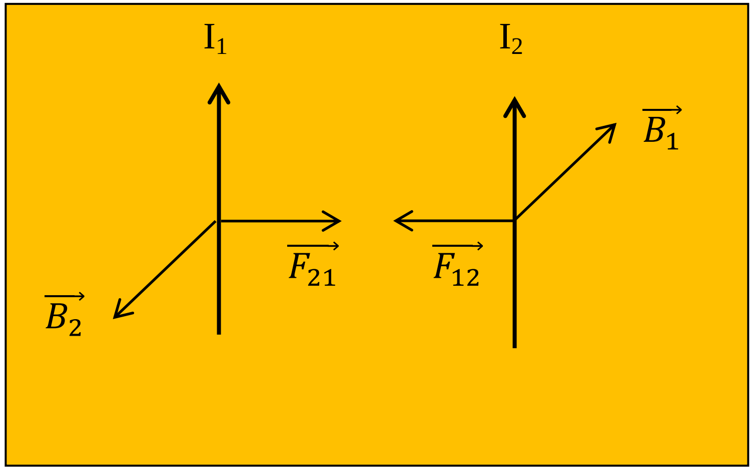
Calculamos el módulo de la fuerza.

$$F = \frac{K\cdot|q_1|\cdot|q_2|}{r^2} = \frac{9\cdot10^{9}\cdot1{,}6\cdot10^{-19}\cdot1{,}6\cdot10^{-19}}{(2\cdot10^{-6})^2} = \boxed{5{,}76\cdot10^{-17}\ N}$$

$$Ep = \frac{K\cdot q_1\cdot q_2}{r} = \frac{9\cdot10^{9}\cdot1{,}6\cdot10^{-19}\cdot(-1{,}6\cdot10^{-19})}{2\cdot10^{-6}} = \boxed{-1{,}152\cdot10^{-22}\ J}$$

C3.- Considere dos conductores rectilíneos y paralelos recorridos por intensidades de corriente del mismo sentido y valor $I_1 = I_2 = 2$ A. Determine la distancia d de separación entre ambos conductores, sabiendo que el módulo de la fuerza magnética por unidad de longitud vale $5 \cdot 10^{-6}$ N/m.
Dato: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ m·kg·C^{-2}.

Cuando las corrientes tienen el mismo sentido, la fuerza es de atracción entre los dos conductores, como indico en el siguiente esquema.



$$F = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot L}{2\pi r} \qquad r = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot F/L} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 2}{2\pi \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 0{,}16\ m = 16cm$$

El sentido de los campos magnéticos los deducimos con la regla de la mano derecha. El sentido de las fuerzas los deducimos con la regla de la mano izquierda.

C4.- En qué consiste la hipótesis de De Broglie. Calcule la longitud de onda asociada con una pelota de tenis de 60 g de masa que se mueve a una velocidad de 200 km/h, y la de un electrón que se mueve a la misma velocidad.
Datos: h = $6{,}626 \cdot 10^{-34}$ J·s; me = $9{,}109 \cdot 10^{-31}$ kg.

Lo mismo que la luz tiene una doble naturaleza ondulatoria y corpuscular, De Broglie propuso que la materia también tiene esta doble naturaleza, comportándose de una u otra forma dependiendo de la situación concreta en la que se encuentre.
Toda partícula en movimiento tiene una longitud de onda asociada que viene dada por la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

Donde λ es la longitud de onda asociada a la partícula; h, la constante de Planck; m la masa de la partícula y v, su velocidad.

En los objetos macroscópicos, con una masa apreciable, la longitud de onda es despreciable, por lo que no tiene sentido tener en cuenta su naturaleza ondulatoria. Sin embargo en las partículas elementales, la masa es tan pequeña, que la longitud de onda sí es apreciable. Es lo que ocurre en los ejemplos concretos que nos proponen en la pregunta.

$$v = 200\ km/h = 200\ km/h \cdot \frac{1000\ m/km}{3600\ s/h} = 55{,}56\ m/s$$

$$\lambda(pelota) = \frac{6{,}626 \cdot 10^{-34}}{0{,}06 \cdot 55{,}56} = 1{,}99 \cdot 10^{-34}\ m \qquad \lambda(electrón) = \frac{6{,}626 \cdot 10^{-34}}{9{,}109 \cdot 10^{-31} \cdot 55{,}56} = 1{,}31 \cdot 10^{-5}\ m$$