SELECTIVIDAD FÍSICA CANARIAS. 2019. JUNIO. OPCIÓN A.

A1.- Una onda sinusoidal transversal en una cuerda tiene un período de 0,2 s y se propaga en el sentido negativo del eje X a una velocidad de 30 m/s. En el instante t = 0, la partícula de la cuerda en x = 0 tiene una elongación negativa de 0,02 m y una velocidad de oscilación negativa de 2 m/s.

a) ¿Cuál es la amplitud de la onda? ¿Y la fase inicial?

b) ¿Cuál es la velocidad de oscilación máxima de un punto de la cuerda?

c) Escriba la ecuación de la onda correspondiente.

Da) T = 0,2 s, ←, v = 30 m/s, t = 0, x = 0→ y = - 0,02 m, v = - 2 m/s.

$$v = \frac{\lambda}{T} \rightarrow \lambda = v \cdot T = 30 \cdot 0{,}2 = 6\, m \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3}\ rad/m \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0{,}2} = 10\pi\ rad/s$$

$$x = 0, t = 0,\ \ y = A \cdot sen(\omega t + kx + \varphi_0) \qquad -0{,}02 = A \cdot sen\varphi_0$$

$$v = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t + kx + \varphi_0), \qquad -2 = A \cdot 10\pi \cdot cos\varphi_0$$

Dividiendo la dos expresiones en amarillo deducimos que φ_0 = 0,3 rad. También puede valer (0,3 + π) rad.

Para que la amplitud tengas un valor positivo: A = -0,02/sen (0,3 + π) = 0,067 m

b)

$$v_{max} = \pm A\omega = \pm 0{,}067 \cdot 10\pi = \pm 2{,}1\ m/s$$

c)

$$y = 0{,}067\ sen\ (10\pi t + \frac{\pi}{3}x + 0{,}3 + \pi)$$

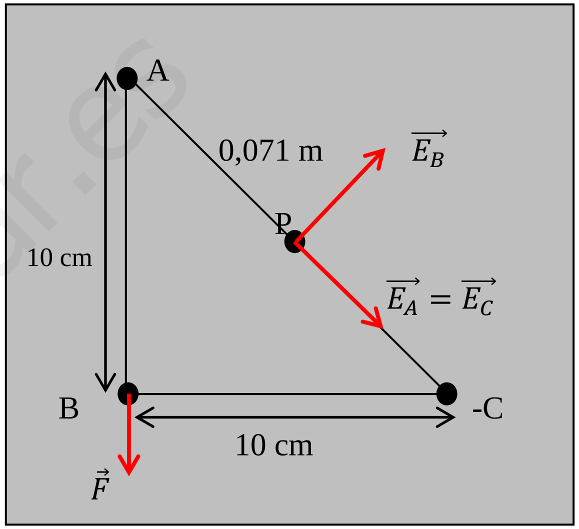
A2.- Tres cargas eléctricas puntuales se encuentran en los vértices A, B y C de un triángulo, como se indica en la figura. Las cargas en A y B son de 1nC, mientras que la carga en C es de -1nC. Determine:

a) La fuerza electrostática que ejerce la carga que está en A sobre la carga que está en B.

b) El campo electroestático creado por las tres cargas en el punto P (punto medio del segmento AC).

c) La energía necesaria para desplazar hasta el punto P la carga que está en C, en presencia de las otras dos cargas.

Datos: K =$9\cdot10^9$ Nm^2/C^2.



a) Aunque no dicen nada, voy a suponer que el eje X se encuentra en la línea BC mientras que el eje Y se encuentra en la línea BA.

$$= K \cdot \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-9} \cdot 10^{-9}}{0{,}01} = 9 \cdot 10^{-7}\ N \qquad \vec{F} = -9 \cdot 10^{-7}\ \vec{j} N$$

b)

$$E_{Ax} = E_{Bx} = E_{Cx} = E_{Ay} = E_{By} = E_{Cy} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-9}}{0{,}071^2} = 1262{,}4\ N/C$$

$$\vec{E} = (3 \cdot 1262{,}4)\vec{\imath} - (1262{,}4 - 2 \cdot 1262{,}4)\vec{\jmath} = (3787{,}2\,\vec{\imath} - 1262{,}4\vec{\jmath})\ N/C$$

c) La energía que habrá que comunicar a la carga es la diferencia entre la energía potencial final e inicial de la carga C. Primero calculamos los potenciales eléctricos que hay en el punto inicial y en el final.

$$V_f = K \cdot \frac{q_A}{r_A} + K \cdot \frac{q_B}{r_B} = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{10^{-9}}{0{,}071}\right) = 253{,}5\ J/C$$

$$V_i = K \cdot \frac{q_A}{r_A} + K \cdot \frac{q_B}{r_B} = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{10^{-9}}{0{,}14} + \frac{10^{-9}}{0{,}1}\right) = 154{,}3\ J/C$$

$$E = \Delta Ep = Ep(f) - Ep(i) = q \cdot \Delta V = q \cdot \left(V_f - V_i\right) = -10^{-9} \cdot (253{,}5 - 154{,}3) = -9{,}92 \cdot 10^{-8}\ J$$

Es lógico el signo negativo porque la carga positiva tiende a acercarse a las cargas positivas. Realmente no hay que comunicar ninguna energía. Es el campo eléctrico creado por las cargas A y B el que aporta esa energía que sería del mismo valor absoluto, pero de signo positivo. El trabajo de las fuerzas conservativas es igual al incremento de energía potencial cambiado de signo.

Wc = -ΔEp = $9{,}92 \cdot 10^{-8}$ J

A3.Dos satélites idénticos A y B están moviéndose en órbitas circulares de distinto radio (R_A<R_B) alrededor de la Tierra. Razone, a partir de las ecuaciones apropiadas, cuál de los dos se mueve a mayor velocidad y cuál con mayor periodo. Justifique las respuestas.

$$v = \sqrt{GM/r} \qquad \frac{v_A}{v_B} = \frac{\sqrt{GM/r_A}}{\sqrt{GM/r_B}} = \sqrt{r_B/r_A} > 1 \qquad \rightarrow \qquad v_A > v_B$$

Cuanto más cerca de la superficie terrestre gira un satélite, con mayor velocidad debe hacerlo. El satélite B va más despacio y tiene que recorrer más distancia por lo que su periodo será mayor.

A4.- Un rayo láser de $5{,}50 \cdot 10^{-11}$ m de longitud de onda emite, en el aire, luz monocromática verde. Desde el aire se hace incidir el haz sobre un bloque de vidrio. Si el ángulo de incidencia es de 40º y el de refracción es de 25º, ¿cuál es el índice de refracción del vidrio? ¿Cuál es la longitud de onda de la luz láser en el vidrio?

$\lambda = 5{,}50 \cdot 10^{-11}$ m, i = 40º, r = 25º.

Aplicamos la segunda ley de Snell de la refracción.

$$\frac{sen\ i}{sen\ r} = \frac{n_2}{n_1} \qquad n_2 = \frac{n_1 \cdot sen\ i}{sen\ r} = \frac{1 \cdot sen 40}{sen 25} = 1{,}52$$

Sabemos que la frecuencia de la luz no cambia al pasar de un medio a otro.

$$n = \frac{c}{v} \quad , v = \lambda \cdot f \quad \rightarrow \quad f = \frac{v}{\lambda} \qquad f_1 = f_2 \quad \rightarrow \quad \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$$

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_1 \cdot v_2}{v_1} = \frac{\lambda_1 \cdot c \cdot n_1}{c \cdot n_2} = \frac{5{,}50 \cdot 10^{-11} \cdot 1}{1{,}52} = \boxed{3{,}62 \cdot 10^{-11}\ m}$$

A5.Determine la energía cinética de un electrón, expresada en eV, cuya longitud de onda de De Broglie es igual a la longitud de onda de un fotón de energía 10^4 eV.
Datos: $h=6{,}63\cdot10^{-34}$ J s; $c=3\cdot10^{8}$ m s^{-1}; $m_e=9{,}11\cdot10^{-31}$ kg; 1 eV = $1{,}6\times10^{-19}$ J

Primero calculamos la longitud de onda de un fotón de 10^4 eV.

$$E = hf = h\cdot\frac{c}{\lambda} \quad \rightarrow \quad \lambda = h\cdot\frac{c}{E} = 6{,}63\cdot10^{-34}\cdot\frac{3\cdot10^{8}}{10^{4}\cdot1{,}6\cdot10^{-19}} = 1{,}24\cdot10^{-10}\, m$$

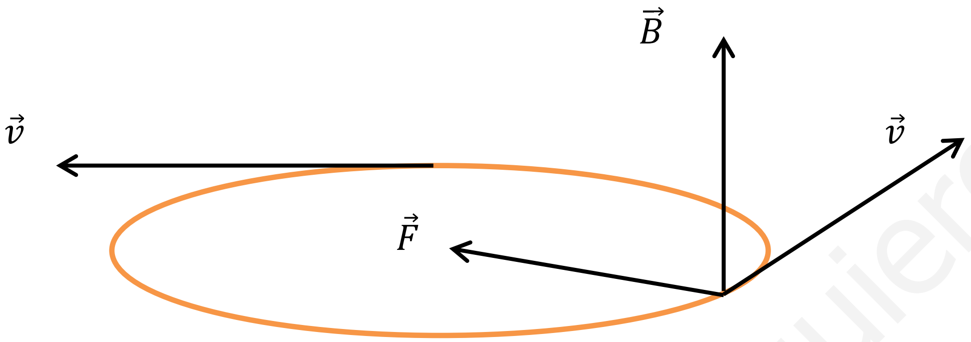
Ahora aplicamos la ecuación de De Broglie de la longitud de onda asociada a cualquier partícula en movimiento:

$$\lambda = \frac{h}{m\cdot v} \quad \rightarrow \quad v = \frac{h}{m\cdot\lambda} = \frac{6{,}63\cdot10^{-34}}{9{,}11\cdot10^{-31}\cdot1{,}24\cdot10^{-10}} = 5{,}87\cdot10^{6}\ m/s$$

$$Ec = \frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2 = \frac{1}{2}\cdot9{,}11\cdot10^{-31}\cdot(5{,}87\cdot10^{6})^2 = 1{,}57\cdot10^{-17}\, J$$

$$Ec = \frac{1{,}57\cdot10^{-17}}{1{,}6\cdot10^{-19}} = 98{,}125\, J$$

A6.- Un electrón recorre un círculo que se encuentra en el interior de una región donde hay un campo magnético uniforme de $2 \cdot 10^{-4}$ T. El plano que contiene el círculo es perpendicular al campo magnético y el electrón se mueve con una energía cinética de 3 eV. Calcule el radio de la órbita e indique en un dibujo: el círculo, el vector campo magnético, el vector fuerza magnética y el vector velocidad del electrón en un punto de la trayectoria.
Datos: $e^- = 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C; $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg; 1 eV = $1{,}60 \cdot 10^{-19}$ J



Para deducir la dirección y sentido de la fuerza aplicamos la regla de la mano izquierda, pero le cambiamos el sentido puesto que la carga es negativa.

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \rightarrow \quad v = \sqrt{2Ec/m} = \sqrt{2 \cdot 3 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}/9{,}11 \cdot 10^{-31}} = 1{,}03 \cdot 10^6 \ m/s$$

$$F_B = Fc \quad \rightarrow \quad |q| \cdot v \cdot B \cdot sen\alpha = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad \rightarrow \quad R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B \cdot sen\alpha} = \frac{9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot 1{,}03 \cdot 10^6}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 1} = 0{,}029 \, m$$

SELECTIVIDAD FÍSICA CANARIAS. 2019. JUNIO. OPCIÓN B.

B1.- Una lente convergente forma, de un objeto, una imagen real, invertida y aumentada 4 veces. Al desplazar el objeto 3 cm hacia la lente, la imagen que se obtiene es virtual, derecha y con el mismo aumento en valor absoluto que en la situación anterior. Determine:

a) La distancia focal imagen y la potencia de la lente.

b) La distancia del objeto a la lente en las dos situaciones comentadas. Las respectivas distancias imagen.

c) Los trazados de rayos correspondientes.

a, b)

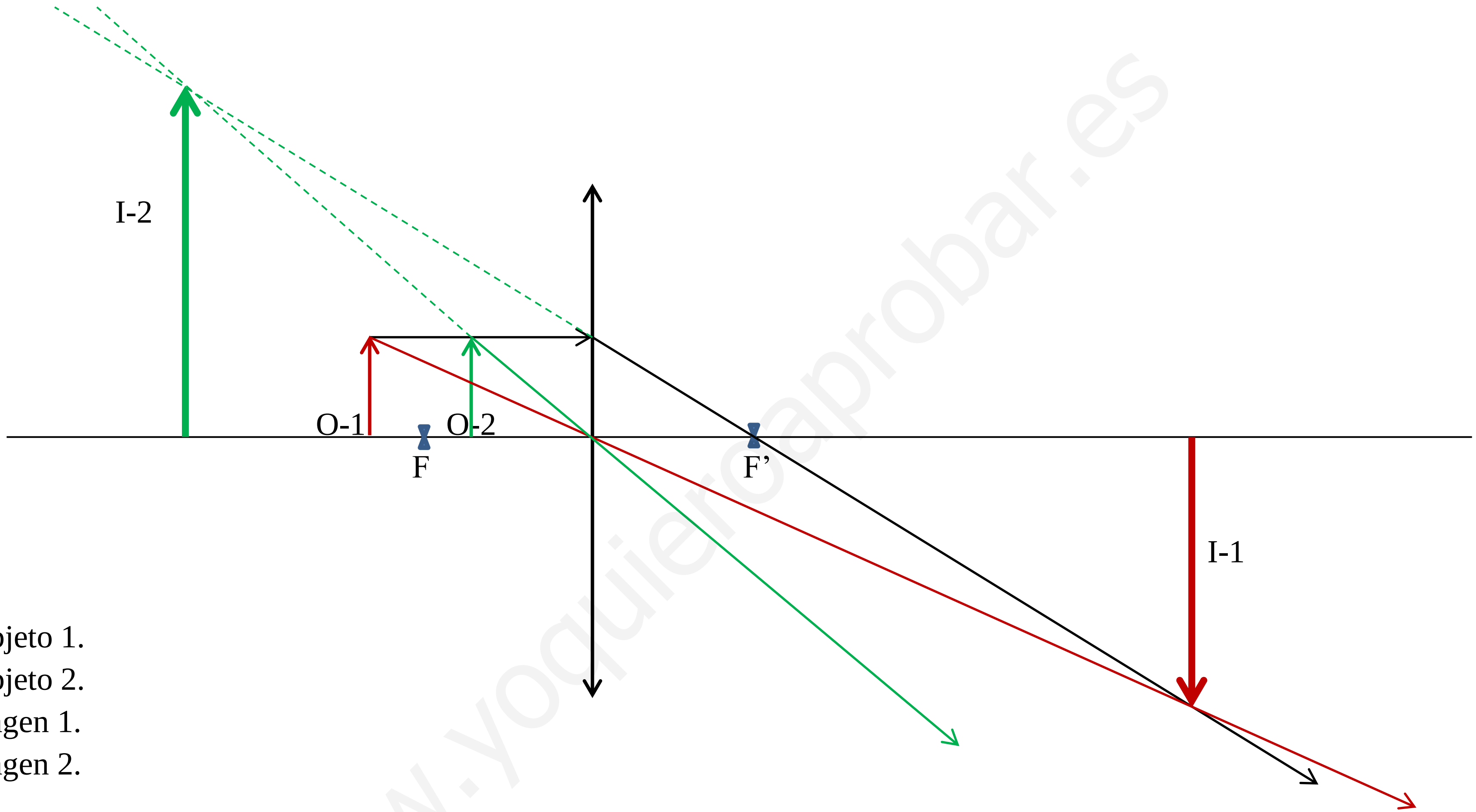
$$\frac{y'}{y} = -4 = \frac{s_1'}{s_1} \rightarrow s_1' = -4s_1 \qquad \frac{1}{f'} = \frac{1}{s_1'} - \frac{1}{s_1} \qquad \frac{1}{f'} = \frac{1}{-4s_1} - \frac{1}{s_1} = \frac{s_1 + 4s_1}{-4s_1^2} = \frac{5s_1}{-4s_1^2} = \frac{-5}{-4s_1}$$

$$s_2 = s_1 + 3 \qquad \frac{y_2'}{y_2} = 4 = \frac{s_2'}{s_2} \rightarrow s_2' = 4s_2 = 4(s_1 + 3) \qquad \frac{1}{f'} = \frac{1}{s_2'} - \frac{1}{s_2} = \frac{1}{4(s_1 + 3)} - \frac{1}{s_1 + 3}$$

$$\frac{-5}{-4s_1} = \frac{1}{4(s_1 + 3)} - \frac{1}{s_1 + 3} = \frac{(s_1 + 3) - 4(s_1 + 3)}{4(s_1 + 3) \cdot (s_1 + 3)} = \frac{-3(s_1 + 3)}{4(s_1 + 3) \cdot (s_1 + 3)} = \frac{-3}{4(s_1 + 3)} \rightarrow 20s_1 + 60 = 12s_1 \rightarrow$$

$$s_1 = -7{,}5\ cm;\ s_2 = -4{,}5\ cm;\ f' = \frac{-4s_1}{5} = \frac{-4 \cdot (-7{,}5)}{5} = 6\ cm;\ P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0{,}06} = 16{,}7\ cm;\ s_1' = 30\ cm;\ s_2' = -18\ cm$$

c)



O-1: Objeto 1.
O-2: Objeto 2.
I-1: Imagen 1.
I-2: Imagen 2.

B2.- Un satélite de masa 20 kg se coloca en órbita circular sobre el ecuador terrestre de modo que su radio se ajusta para que dé una vuelta a la Tierra cada 24 horas. Así se consigue que siempre se encuentre sobre el mismo punto respecto a la Tierra (satélite geoestacionario).
a) ¿Cuál debe ser el radio de su órbita?
b) ¿Cuánta energía es necesaria para situarlo en dicha órbita?
c) ¿Cuál es la energía mecánica en dicha órbita?
Datos: G = $6,67 \cdot 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}; $M_T = 5,96 \cdot 10^{24}$ kg; R_T = 6371 km.

a) m_s = 20 kg, T = 24 h = 86400 s.

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \sqrt{GM/r} \rightarrow \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GM}{r} \rightarrow r = \sqrt[3]{GMT^2/4\pi^2} = \sqrt[3]{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,96 \cdot 10^{24} \cdot 86400^2/4\pi^2} = \boxed{4,22 \cdot 10^7 m}$$

b)

$$E_1 + W = E_2 \rightarrow -\frac{G \cdot M \cdot m}{R_T} + W = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2r} \rightarrow W = G \cdot M \cdot m \cdot \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r}\right)$$

$$W = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,96 \cdot 10^{24} \cdot 20 \cdot \left(\frac{1}{6,371 \cdot 10^6} - \frac{1}{2 \cdot 4,22 \cdot 10^7}\right) = \boxed{1,15 \cdot 10^9 J}$$

c)

$$Em = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2r} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,96 \cdot 10^{24} \cdot 20}{2 \cdot 4,22 \cdot 10^7} = \boxed{-9,42 \cdot 10^7 J}$$

B3.- Se hace incidir luz monocromática, procedente de un láser de He-Ne, sobre una superficie de potasio. El láser tiene 3 mW de intensidad y una longitud de onda de 632 nm, mientras que la superficie tiene un trabajo de extracción de 2,22 eV. Determine la energía de los fotones ¿Se producirá emisión fotoeléctrica?, ¿qué ocurrirá si aumentamos la intensidad del láser de He-Ne? Justifique sus respuestas.
Datos: $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ Js; $c = 3 \cdot 10^{8}$ m/s; 1 eV = $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ J; 1 nm = 10^{-9}m.

I = 3 mW, λ = 632 nm = $6{,}32 \cdot 10^{-7}$ m, W_0 = 2,22 eV.

$$W_0 = 2{,}22 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} = 3{,}552 \cdot 10^{-19}\, J$$

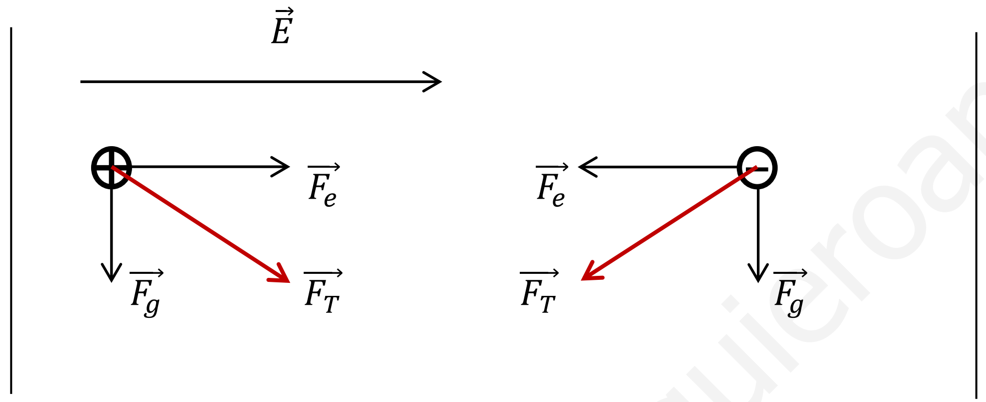
$$E = hf = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{6{,}32 \cdot 10^{-7}} = 3{,}147 \cdot 10^{-19}\, J$$

Como la energía de los fotones es menor que el trabajo de extracción, no se produce el efecto fotoeléctrico.

Al aumentar la intensidad de la luz lo que está aumentando es el número de fotones que llegan a la superficie metálica, pero lo harán con la misma energía, por lo que tampoco se producirá el efecto fotoeléctrico.

Como vemos el dato de la intensidad de la luz no se utiliza para nada.

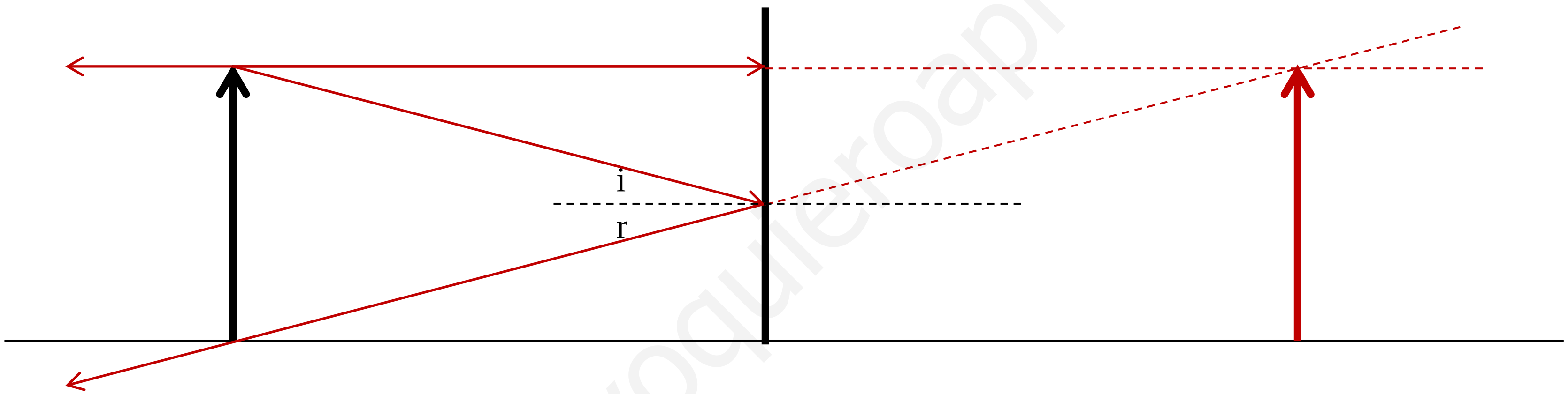
B4.- Entre dos placas cargadas plano-paralelas dispuestas verticalmente existe un campo eléctrico uniforme E en la dirección horizontal, además del campo gravitatorio g. Se coloca una partícula de masa m y carga q entre las placas y se deja en reposo. Realice el diagrama de fuerzas que actúa sobre la partícula y describa el movimiento, y para esto, considere que la partícula pueda tener carga positiva o negativa, y que el campo eléctrico puede estar orientado hacia la derecha o hacia la izquierda.



En todos los casos la carga sufrirá una fuerza gravitatoria constante de módulo Fg = mg dirigida hacia abajo. También sufrirá una fuerza eléctrica constante, de valor Fe = |q|·E que tendrá la misma dirección y sentido que el campo eléctrico en el caso de la carga positiva, pero de sentido contrario en el caso de una carga negativa. La fuerza resultante es constante.
El resultado final es que la carga se mueve con un movimiento rectilíneo uniforme. Si la carga es positiva se mueve hacia abajo y hacia la derecha. Si la carga es negativa el movimiento es equivalente pero hacia abajo y hacia la izquierda.
Si el campo tuviera el sentido hacia la izquierda, el sentido de la fuerza eléctrica sería opuesto, pero el de la gravitatoria sería el mismo. Por ello la carga positiva se movería hacia abajo y hacia la izquierda, mientras que la carga negativa se movería hacia la derecha y hacia abajo. Siempre con movimientos rectilíneos y uniformemente acelerados.

B5.- Enuncie las Leyes de Snell sobre la reflexión. Aplíquelas para explicar la formación de imágenes en un espejo plano.

Primera ley de Snell de la reflexión: La normal, el rayo incidente y el reflejado están contenidos en el mismo plano.
Segunda ley de Snell de la reflexión: El ángulo de incidencia y el de reflexión son iguales.



La imagen obtenida es derecha, de igual tamaño y virtual ya que no se cruzan los rayos sino sus prolongaciones.

B6.- Una nave interestelar parte hacia la estrella Sirio situada a 8,7 años luz de la tierra viajando a una velocidad de 0,85 c. Calcule el tiempo (expresado en años) que invierte la nave en alcanzar dicha estrella según los relojes terrestres y según los relojes de a bordo.

d = 8,7 años luz, v = 0,85 c.
Calculemos primero el tiempo medido en un reloj situado en la Tierra.
Si viajara a la velocidad de la luz tardaría en llegar 8,7 años. Al viajar a 0,85 c tardará:
t = 8,7/0,85 = 10,235 años

El reloj de la nave interestelar funciona más despacio. Su tiempo, t', lo calculamos con la expresión:

$$t' = t \cdot \sqrt{1 - (v^2/c^2)} = 10{,}235 \cdot \sqrt{1 - 0{,}85^2} = 5{,}392\ años$$

Recordad que el tiempo medido en una nave espacial siempre es menor que el medido en la Tierra. Por eso los astronautas del planeta de los simios vuelven a la Tierra cuando para ellos han pasado meses, pero en la Tierra han pasado siglos. Evidentemente la velocidad de la nave tendría que ser muy cercana a la de la luz.