EBAU FÍSICA CANARIAS. 2022. C. Ordinaria. A.

P1.- Un satélite de 2000 kg de masa se encuentra a una altura de 36000 km, por encima del ecuador, describiendo una órbita circular geoestacionaria. Calcule:

a) La velocidad y la energía del satélite en su órbita.

b) La aceleración y el peso del satélite en su órbita.

c) Después de un tiempo de funcionamiento, el satélite pierde energía y se mueve en una órbita circular, con una energía total de – $9{,}526\cdot10^{9}$ J. ¿Con qué velocidad lo hace ahora?

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

a) Geoestacionario → T = 24 h.

La fuerza de atracción gravitatoria entre la Tierra y el satélite es también la fuerza centrípeta que fuerza al satélite a realizar una trayectoria circular con velocidad constante.

$$ {}_{g} = {}_{c} \qquad \frac{G\cdot M\cdot m}{r^2} = \frac{m\cdot v^2}{r} \qquad v = \sqrt{G\cdot M/r} $$

$$ r = R + h = 4{,}237\cdot10^{7}\ m \qquad v = \sqrt{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot5{,}98\cdot10^{24}/4{,}237\cdot10^{7}} = 3068{,}2\ m/s $$

La energía mecánica es la suma de la energía cinética y de la energía potencial.

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

$$ Em = -\frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot5{,}98\cdot10^{24}\cdot2000}{2\cdot4{,}237\cdot10^{7}} = -9{,}41\cdot10^{9}\ J $$

b) La aceleración y el peso del satélite en su órbita.
c) Después de un tiempo de funcionamiento, el satélite pierde energía y se mueve en una órbita circular, con una energía total de – $9{,}526 \cdot 10^{9}$ J. ¿Con qué velocidad lo hace ahora?
Datos: $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$; $R_T = 6370$ km; $M_T = 5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg.

b)

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(3068{,}2)^2}{4{,}237 \cdot 10^7} = 0{,}22\ m/s^2$$

La aceleración de la gravedad tiene el mismo valor que la aceleración centrípeta.

$$p = m \cdot g = 2000 \cdot 0{,}22 = 440\ N$$

c)

$$Em = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2r} \qquad r = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2 \cdot Em} = -\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24} \cdot 2000}{2 \cdot (-9{,}526 \cdot 10^9)} = 4{,}19 \cdot 10^7\ m$$

$$v = \sqrt{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24} / 4{,}19 \cdot 10^7} = 3085{,}4\ m/s$$

P2.- Considere un cuerpo sobre la superficie de la Tierra.
a) ¿Cuál es la velocidad que debe darse a dicho cuerpo para que escape de la acción de la gravedad?
Si por algún proceso interno, la Tierra redujese su radio a la mitad manteniendo su masa,
b) ¿cuál sería la nueva intensidad del campo gravitatorio en su superficie?
Considere ahora el movimiento de la Tierra en torno al Sol. Sabiendo que la distancia entre la Tierra y el Sol es de unos 150 millones de kilómetros,
c) calcule la velocidad orbital de la Tierra en torno al Sol y compruebe que ésta no se modificará debido a la reducción del radio terrestre mencionada en el apartado anterior.
Datos: $G = 6{,}67\cdot10^{-11}\ N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$; $R_T = 6370$ km; $M_T = 5{,}98\cdot10^{24}$ kg; $M_{Sol} = 1{,}989\cdot10^{30}$ kg.

a) Lo que nos piden es la velocidad de escape. La velocidad de escape de la Tierra es la mínima velocidad que debe poseer un cuerpo en su superficie para que escape definitivamente de su atracción gravitatoria. Por lo tanto suponemos que llega a una distancia infinita con una velocidad nula en donde su energía potencial es cero. Supondremos que no hay rozamiento. Para deducir su expresión aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica.

$$\Delta Em = cte \qquad Ec(superf) + Ep(superf) = Ec(\infty) + Ep(\infty) = 0$$

$$\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_e^2 - \frac{G\cdot M\cdot m}{R} = 0 \qquad v_e = \sqrt{2\cdot G\cdot M/R} = \sqrt{2\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 5{,}98\cdot 10^{24}/6{,}37\cdot 10^{6}} = 11191\ m/s$$

b)

$$g = \frac{G\cdot M}{R^2} = \frac{6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 5{,}98\cdot 10^{24}}{\left(6{,}37\cdot\frac{10^6}{2}\right)^2} = 39{,}32\ m/s^2$$

c) calcule la velocidad orbital de la Tierra en torno al Sol y compruebe que ésta no se modificará debido a la reducción del radio terrestre mencionada en el apartado anterior.
Datos: G = 6,67·10^{-11} N·m^2·kg^{-2}; R_T = 6370 km; M_T = 5,98·10^{24} kg; M_{Sol} = 1,989·10^{30} kg.

c) La fuerza de atracción gravitatoria entre el Sol y la Tierra es también la fuerza centrípeta que fuerza a la Tierra a realizar una trayectoria circular con velocidad constante.

$$F_g = F_c \qquad \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r} \qquad v = \sqrt{G \cdot M/r}$$

Como vemos la velocidad de la Tierra no depende de la masa de la Tierra ni de su radio. Solo depende de la masa del Sol y del radio de la órbita.

$$v = \sqrt{G \cdot M/r} = v = \sqrt{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}989 \cdot 10^{30}/1{,}5 \cdot 10^{11}} = 29740\ m/s$$

P3.- Por una cuerda se propaga una onda armónica cuya ecuación es: y (x, t) = 0,4 sen (8t + 12x – π/6), donde x e y se miden en metros y t en segundos. Calcule:

a) El periodo y la longitud de onda.

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

c) La diferencia de fase, en un instante dado, entre dos puntos de la cuerda separados entre sí una distancia de 50 cm.

a) Comparamos la ecuación del enunciado con la ecuación general de una onda: y (x, t) = A sen ($\omega t+kx+\varphi_o$). Deducimos:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \qquad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4}\,s \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{12} = \frac{\pi}{6}\,m$$

b)

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\pi/6}{\pi/4} = \frac{4}{6} = 0{,}67\,m/s$$

La velocidad de las partículas es la derivada de la elongación con respecto al tiempo.

$$v_{punto} = \frac{dy}{dt} = 0{,}4 \cdot 8 \cdot \cos\left(8t + 12x - \frac{\pi}{6}\right) \qquad v_{máxima} = 0{,}4 \cdot 8 = 3{,}2\,m/s$$

c) Dos puntos separados por una longitud de onda están desfasados en 2π radianes. Dos puntos separados por 0,5 están desfasados…

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\pi/6} \cdot 0{,}5 = 6\,rad$$

P4.- Una onda armónica transversal se desplaza en el sentido positivo del eje X y tiene una amplitud de 2 cm, una longitud de onda de 4 cm y una frecuencia de 8 Hz. Determine:
a) La velocidad de propagación de la onda.
b) La fase inicial y la expresión matemática que representa la onda, sabiendo que para x = 0 y t = 0 la elongación es y = - 2 cm.
c) La distancia mínima de separación entre dos partículas del medio que oscilan desfasadas π/3 radianes.

a) →, A = 0,02 m, λ = 0,04 m, f = 8 Hz.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{8} = 0{,}125\ s \qquad v = \lambda \cdot f = 0{,}04 \cdot 8 = 0{,}32\ m/s$$

$$\omega = 2\pi \cdot f = 16\pi\ rad/s \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0{,}04} = 50\pi\ rad/m$$

b)

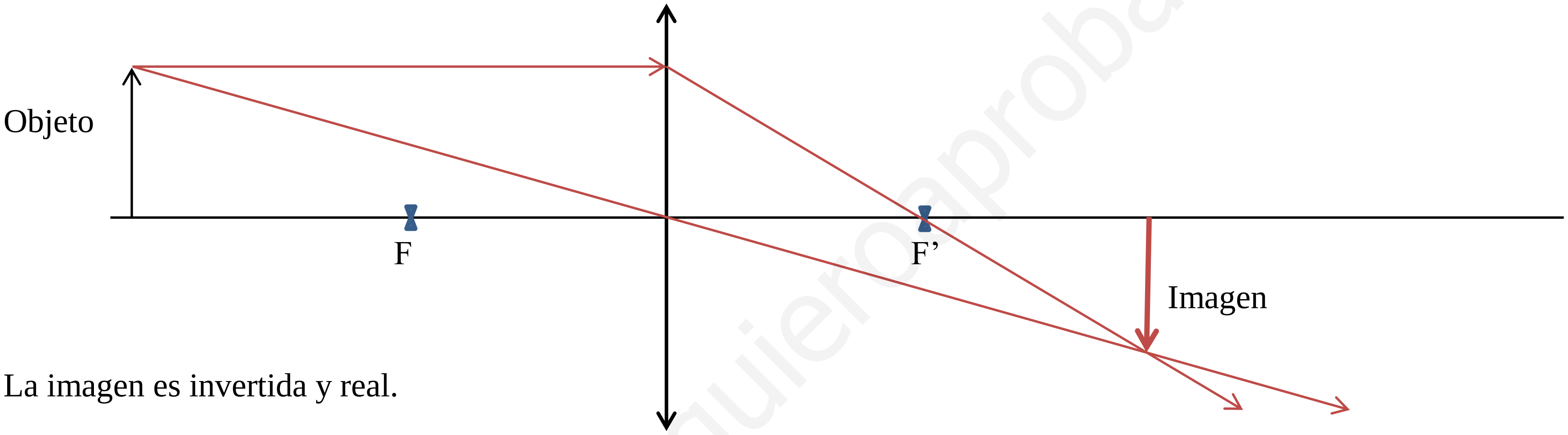
$$y(x,t) = A\ sen(\omega t - kx + \varphi_o) \qquad y(x=0, t=0) = -0{,}02 = 0{,}02\ sen(0 - 0 + \varphi_o) \rightarrow \varphi_o = -\frac{\pi}{2} rad$$

$$y(x,t) = 0{,}02\ sen(16\pi t - 50\pi x - \pi/2)$$

c) Las partículas desfasadas en 2π radianes están separadas una longitud de onda. Por tanto:

$$d = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{3} = \frac{0{,}04}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{3} = 0{,}0067\ m = 0{,}67\ cm$$

C1.- Considere una lente convergente. 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 mayor que la distancia focal. Indique si la imagen formada es real o virtual, y si está derecha o invertida.



La imagen es invertida y real.

C2.- Dos amigos tienen 30 años de edad cuando uno de ellos decide realizar un viaje espacial en una nave. De regreso a la Tierra, el reloj del que se embarcó en la nave indica que tiene 36 años mientras que el reloj del que se quedó en la Tierra indica que tiene 48 años. ¿A qué velocidad viajó la nave?
Datos: c = $3 \cdot 10^8$ m/s.

Se produce un enlentecimiento en el reloj que viaja a velocidades relativistas. El tiempo transcurrido en la nave y en la Tierra están relacionados con la siguiente ecuación:

$$t' = \frac{t}{\gamma} \qquad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad t' = t \cdot \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

En el que t' es el tiempo transcurrido en la nave: t, el tiempo transcurrido en la Tierra y γ el coeficiente de Lorentz.

$$6 = 18 \cdot \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \qquad \frac{36}{324} = \frac{1}{9} = 1-\frac{v^2}{c^2} \qquad \frac{v^2}{c^2} = \frac{8}{9} \qquad v = \sqrt{\frac{8}{9}} \cdot c = \frac{2\sqrt{2}}{3} \cdot c = 2{,}83 \cdot 10^8\ m/s$$

C3.- En una región del espacio se aplica un campo magnético de 1,5 T. Si se lanza un protón perpendicularmente a las líneas de campo a la velocidad de $1{,}8\cdot10^{6}$ m/s, calcule la fuerza magnética que actúa sobre el protón y el radio de la circunferencia que describe.
Datos: $m_p = 1{,}67\cdot10^{-27}$ kg; $q_p = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C.

B = 1,5 T; v = $1{,}8\cdot10^{6}$ m/s; α = 90º.
La fuerza ejercida por el campo magnético es igual al producto de la carga por el producto vectorial de la velocidad por el campo magnético. Para determinar su sentido se aplica la regla de la mano izquierda. Su módulo es:

$$\vec{F} = q\cdot(\vec{v}\; x\; \vec{B}) \qquad F = |q|\cdot v\cdot B\cdot sen\alpha = 1{,}6\cdot10^{-19}\cdot1{,}8\cdot10^{6}\cdot1{,}5\cdot1 = 4{,}32\cdot10^{-13}\,N$$

Para calcular el radio tenemos en cuenta que la fuerza ejercida por el campo magnético, fuerza de Lorentz, es la fuerza centrípeta que fuerza al protón a realizar una trayectoria circular.

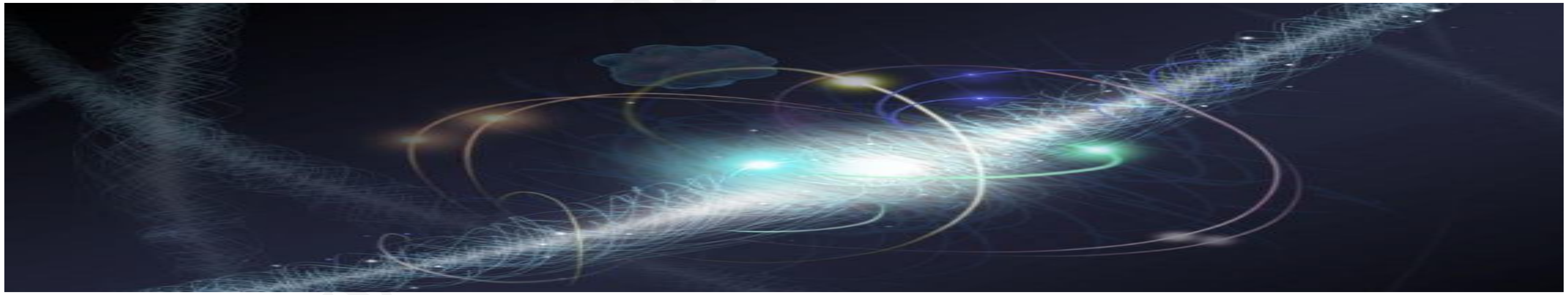
$$F_B = F_c \qquad |q|\cdot v\cdot B\cdot sen\alpha = \frac{m\cdot v^2}{R} \qquad R = \frac{m\cdot v}{|q|\cdot B\cdot sen\alpha} = \frac{1{,}67\cdot10^{-27}\cdot1{,}8\cdot10^{6}}{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot1{,}5\cdot1} = 0{,}0125\,m = 1{,}25\,cm$$

C4.- Entre dos placas metálicas paralelas dispuestas horizontalmente se establece un campo eléctrico de módulo $4 \cdot 10^{3}$ N/C. Halle el módulo de la fuerza electrostática que experimenta un electrón situado en dicho campo y la aceleración de su movimiento. Despréciese el campo gravitatorio.
Datos: $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg.

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E} \qquad F = |q| \cdot E = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{3} = 6{,}4 \cdot 10^{-16}\ N$$

$$F = m \cdot a \qquad a = \frac{F}{m} = \frac{6{,}4 \cdot 10^{-16}}{9{,}11 \cdot 10^{-31}} = 7{,}0 \cdot 10^{14}\ m/s^2$$

Como el electrón es negativo, el sentido de la fuerza, y por lo tanto de la aceleración, es contrario al sentido del campo eléctrico.



EBAU FÍSICA CANARIAS. 2022. C. Ordinaria. B.

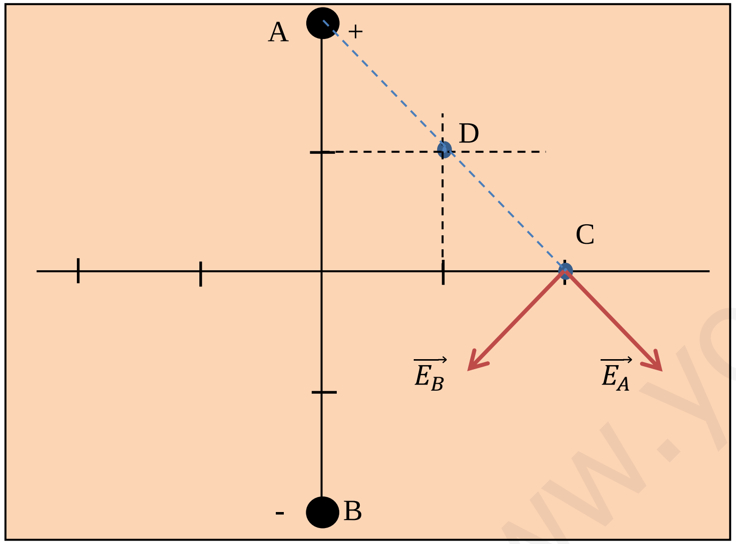
P1.- Una carga puntual positiva de $1 \cdot 10^{-6}$ C está situada en el punto A (0, 2) de un sistema cartesiano de coordenadas. Otra carga puntual negativa de $-1 \cdot 10^{-6}$ C está situada en el punto B (0, -2). Las coordenadas están expresadas en metros. Calcule:

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

b) El valor del potencial eléctrico en el punto D (1, 1).

c) El trabajo realizado por el campo eléctrico para traer una carga eléctrica puntual de 1 C desde el infinito hasta el punto D (1, 1).

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



a) El módulo del campo eléctrico creado por cada carga es el mismo.
Las componentes horizontales se anulan entre sí.
Calculamos las componentes verticales y las sumamos.
Luego lo expresamos vectorialmente.

$$E_A = E_B = \frac{K \cdot |q_A|}{r_A^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{8} = 1125\ N/C$$

$$E_{Ay} = E_{By} = 1125 \cdot cos45 = 795{,}5\ N/C$$

$$\vec{E} = -1591\,\vec{j}\ \ N/C$$

b) El valor del potencial eléctrico en el punto D (1, 1).
c) El trabajo realizado por el campo eléctrico para traer una carga eléctrica puntual de 1 C desde el infinito hasta el punto D (1, 1).
Datos: K = $9 \cdot 10^9$ $N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$.

b)

$$V = V_A + V_B = K\frac{q_A}{r_A} + K\frac{q_B}{r_B} = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{10^{-6}}{\sqrt{2}} - \frac{10^{-6}}{\sqrt{10}}\right) = 3517{,}9\,V$$

c) El trabajo efectuado por el campo eléctrico es igual al incremento de energía potencial cambiado de signo. Tendremos en cuenta que el potencial en el infinito es nulo.

$$W_c = -\Delta Ep = -q \cdot \Delta V = -q \cdot (V_D - V_\infty) = -1 \cdot 3517{,}9 = -3517{,}9\,J$$

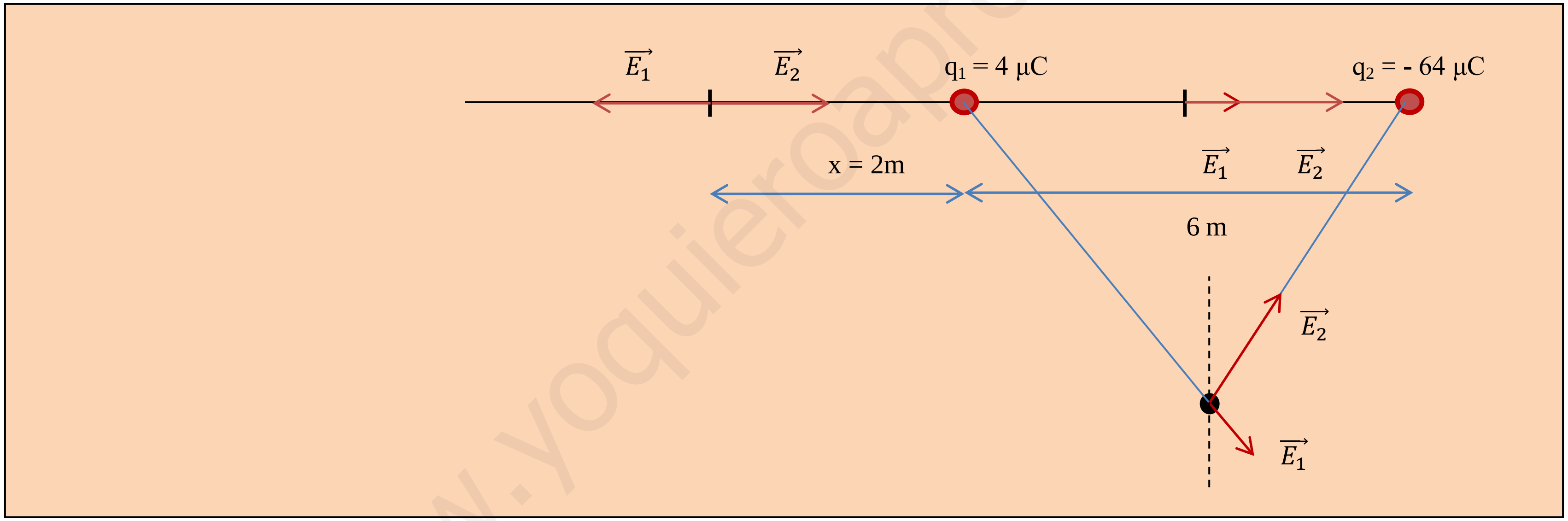
P2.- En los extremos de un segmento de 6 m de longitud fijamos dos cargas eléctricas, una de ellas de q_1 = 4 μC y la otra q_2 = - 64 μC.

a) Halle el vector intensidad de campo eléctrico en el punto medio del segmento que las separa.

b) Determine a qué distancia de la carga q_1 la intensidad del campo es nula.

c) Calcule la intensidad de campo eléctrico en un punto que dista 6 m de cada una de las cargas.

Datos: $K = 9\cdot10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$.



a) Suponemos que el segmento es horizontal.

$$E_1 = \frac{K \cdot |q_1|}{r_1^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{3^2} = 4 \cdot 10^3 \ N/C \qquad \overrightarrow{E_1} = 4 \cdot 10^3 \vec{\imath}$$

$$E_2 = \frac{K \cdot |q_2|}{r_2^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 64 \cdot 10^{-6}}{3^2} = 64 \cdot 10^3 \ N/C \qquad \overrightarrow{E_2} = 64 \cdot 10^3 \vec{\imath} \qquad \vec{E} = 6{,}8 \cdot 10^4 \ \vec{\imath} \ N/C$$

b) En ese punto, al que podemos llamar X, los módulos de los campos creados por q_1 y q_2 son iguales.

$$E_1 = E_2 \qquad \frac{K \cdot |q_1|}{r_1^2} = \frac{K \cdot |q_2|}{r_2^2} \qquad \frac{|q_1|}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{r_2^2} \qquad \frac{4 \cdot 10^{-6}}{x^2} = \frac{64 \cdot 10^{-6}}{(6+x)^2} \qquad \frac{4}{x^2} = \frac{64}{(6+x)^2} \qquad x = 2\ m$$

c)

$$E_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{36} = 1000 \ N/C \qquad E_{1x} = 1000 \cdot sen30 = 500 \ N/C \qquad E_{1y} = 1000 \cdot cos30 = 866 \ N/C$$

$$E_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 64 \cdot 10^{-6}}{36} = 16000 \ N/C \qquad E_{2x} = 16000 \cdot sen30 = 8000 \ N/C \qquad E_{2y} = 16000 \cdot cos30 = 13856 \ N/C$$

$$\vec{E} = (500 + 8000)\vec{\imath} + (13856 - 866)\vec{\jmath} \ N/C = (8500\vec{\imath} + 12990\,\vec{\jmath}\,) \ N/C$$

También podría haber situado el punto por encima de las cargas.

P3.- En el banco óptico del laboratorio se dispone de una lente convergente cuya distancia focal vale 20 cm.
a) Determine la posición de la imagen de un objeto de 5 cm de altura que se coloca a 30 cm por delante de la lente.
b) Calcule la potencia de la lente, el aumento lateral e indique las características de la imagen (real o virtual; invertida o no invertida).
c) Dibuje el diagrama de rayos de la situación anterior, así como la del objeto cuando éste es situado en la focal de la lente.

a) f' = 20 cm, y = 5 cm, s = -30 cm. ¿s'?

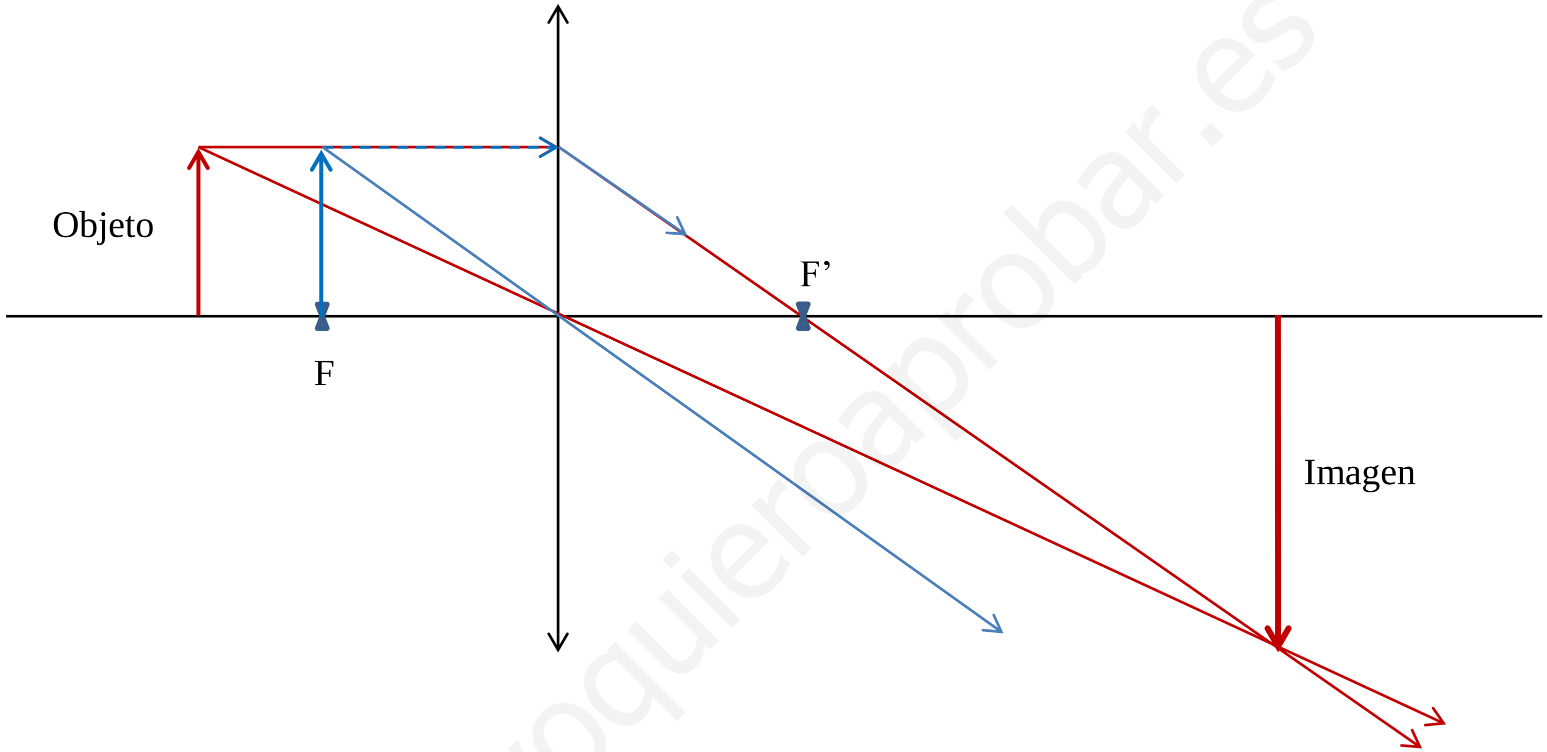
$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \qquad \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{20} + \frac{1}{-30} = \frac{-30+20}{20 \cdot (-30)} = \frac{-10}{-600} \qquad s' = 60\ cm$$

b)

$$P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0{,}2} = 5\ dioptrías \qquad \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{60}{-30} = -2$$

El valor negativo indica que la imagen es invertida. La imagen es real.

c)



Cuando el objeto se sitúa a 30 cm de la lente (objeto y rayos rojos) la imagen es mayor, real e invertida.
Cuando el objeto se sitúa en el foco (objeto y rayos azules), los rayos emergen de la lente de forma paralela. No se cruzan en ningún punto, y por lo tanto no se forma imagen.

P4.- A 30 cm de una lente se coloca un objeto de 1 cm de alto. Si la distancia focal imagen de la lente vale – 20 cm:
a) ¿Qué tipo de lente es? ¿Cuál es su potencia?
b) ¿A qué distancia se formará la imagen? ¿Cuál será su tamaño y su aumento lateral?
c) Dibuje el trazado de rayos y describa las características de la imagen.

a) s = - 30 cm, y = 1 cm, f' = - 20 cm.

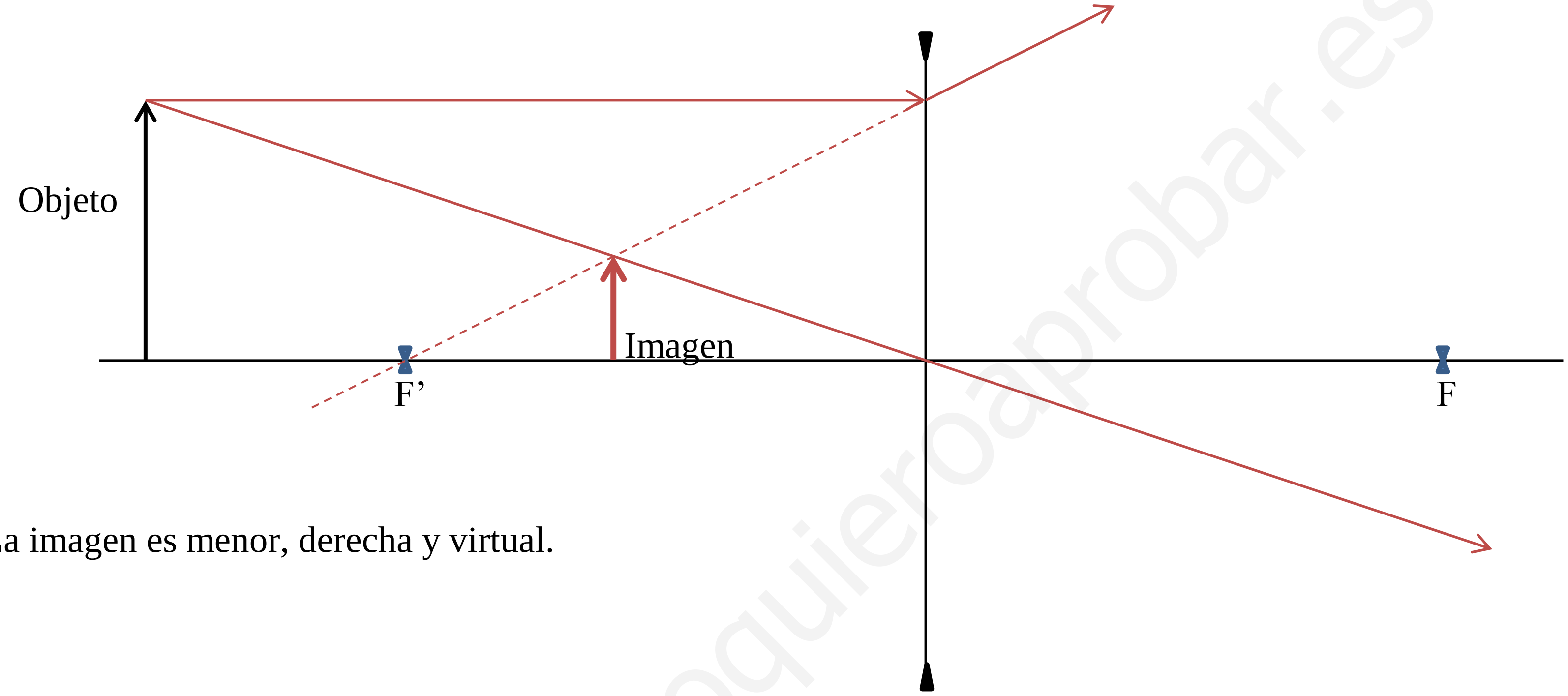
El valor negativo de la distancia focal indica que la lente es divergente.

$$P = \frac{1}{-0{,}2} = -5\ dioptrías.$$

b)

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \qquad \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{-20} + \frac{1}{-30} = -\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{30}\right) = -\frac{50}{600} \qquad s' = -\frac{60}{5} = -12\ cm$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-12}{-30} = 0{,}4 \qquad y' = 0{,}4 \cdot y = 0{,}4 \cdot 1 = 0{,}4\ cm$$



La imagen es menor, derecha y virtual.

C1.-A partir de la expresión del campo magnético creado por un conductor rectilíneo indefinido a una cierta distancia d del mismo, deduzca las unidades en que se expresa la permeabilidad magnética μo en el Sistema Internacional de unidades.

$$B = \frac{\mu_o \cdot I}{2\pi \cdot d} \qquad \mu_o = \frac{B \cdot 2\pi \cdot d}{I}$$

$$Unidades\ de\ \mu_o = \frac{T \cdot m}{A} = T \cdot m \cdot A^{-1}$$

C2.- Para una onda de ecuación $y(x,t) = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$ la elongación y, de un punto en x = 4 cm y en el instante t = T/6, es igual a la mitad de la amplitud. Calcule la longitud de onda de dicha onda.

$$y(x,t) = 0{,}5\,A = A\,sen\,2\pi\left(\frac{T/6}{T} - \frac{0{,}04}{\lambda}\right) \qquad 0{,}5 = sen\left(\frac{\pi}{3} - \frac{0{,}08\pi}{\lambda}\right) \qquad \frac{\pi}{3} - \frac{0{,}08\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{6}$$

$$\frac{1}{3} - \frac{0{,}08}{\lambda} = \frac{1}{6} \qquad \frac{0{,}08}{\lambda} = \frac{1}{3} - \frac{1}{6} = \frac{1}{6} \qquad \lambda = 0{,}08 \cdot 6 = 0{,}48\,m = 48\,cm$$


Onda, Castellón

C3.- Determine el valor de la intensidad de campo gravitatorio creado por la Tierra en un punto de su superficie. ¿A qué distancia del centro de la Tierra el valor de dicha intensidad se reducirá un cuarto de su valor en la superficie?
Datos: G = $6{,}67 \cdot 10^{-11}$ $N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$; R_T = 6370 km; M_T = $5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg.

Para que la gravedad se reduzca un cuarto, pasará a valer 3/4 de su valor original.

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24}}{(6{,}37 \cdot 10^6)^2} = 9{,}83 \ m/s^2$$

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2} \qquad 9 \cdot 83 \cdot \frac{3}{4} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24}}{r^2} \qquad r = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24} \cdot 4}{9{,}83 \cdot 3}} = 7{,}36 \cdot 10^6 \ m$$

C4.- Un electrón posee una energía cinética de 25 eV. Calcule la longitud de onda de De Broglie asociada a una partícula de masa m = 0,005 g con la misma velocidad que dicho electrón.
Datos: $m_e = 9{,}11\cdot10^{-31}$ kg; $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s; 1 eV = $1{,}6\cdot10^{-19}$ J.

$$E = 25\ eV = 25\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19} = 4\cdot 10^{-18}\ J = \frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2 \qquad v = \sqrt{\frac{4\cdot 10^{-18}\cdot 2}{9{,}11\cdot 10^{-31}}} = 2{,}96\cdot 10^{6}\ m/s$$

$$\lambda = \frac{h}{m\cdot v} = \frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{5\cdot 10^{-6}\cdot 2{,}96\cdot 10^{6}} = 4{,}48\cdot 10^{-35}\ m$$

El valor tan pequeño de la longitud de onda indica que la naturaleza ondulatoria de los cuerpos macroscópicos es despreciable.