SELECTIVIDAD FÍSICA. CANARIAS. JULIO 2017. OPCIÓN A.

A1. Un pequeño satélite artificial de 1000 kg de masa, destinado a la detección de incendios, 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 400 km sobre la superficie de la Tierra.

Datos: $G = 6.67\times10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}; $R_T = 6370$ km; $M_T = 5.98\times10^{24}$ kg.

a) m = 1000 kg, T = 90 minutos = 5400 s

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

$$r = \sqrt[3]{\frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot 5,98\cdot10^{24}\cdot(5400)^2}{4\pi^2}} = 6,654\cdot10^6\,m = 6654\,km \qquad h = 6654 - 6370 = 284\,km$$

b)

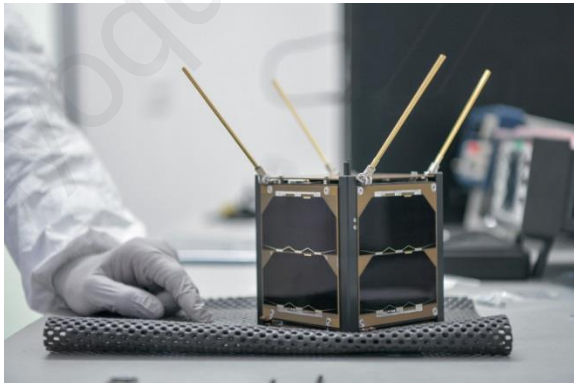
$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi\cdot 6,654\cdot10^6}{5400} = 7742,3\ m/s \qquad a = \frac{v^2}{r} = \frac{(7742,3)^2}{6,654\cdot10^6} = 9,0\ m/s^2$$

c. La energía que se necesita suministrar al satélite, para posicionarlo en una nueva órbita circular, situada 400 km sobre la superficie de la Tierra.
Datos: $G = 6.67\times10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}; $R_T = 6370$ km; $M_T = 5.98\times10^{24}$ kg.

c) La energía que habrá que suministrar será igual a la diferencia entre las energías mecánicas del satélite en ambas órbitas. Deducimos el valor de la energía mecánica de un satélite en órbita.

$$Em = Ec + Ep = \frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2 - \frac{G\cdot M\cdot m}{r} = 0{,}5\cdot m\cdot\frac{G\cdot M}{r} - \frac{G\cdot M\cdot m}{r} = -\frac{G\cdot M\cdot m}{2r}$$

$$E = \Delta Em = -\frac{G\cdot M\cdot m}{2}\cdot\left(\frac{1}{r_2}-\frac{1}{r_1}\right) = -\frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot5{,}98\cdot10^{24}\cdot1000}{2}\cdot\left(\frac{1}{6{,}77\cdot10^6}-\frac{1}{6{,}654\cdot10^6}\right) = \boxed{5{,}136\cdot10^8\ J}$$



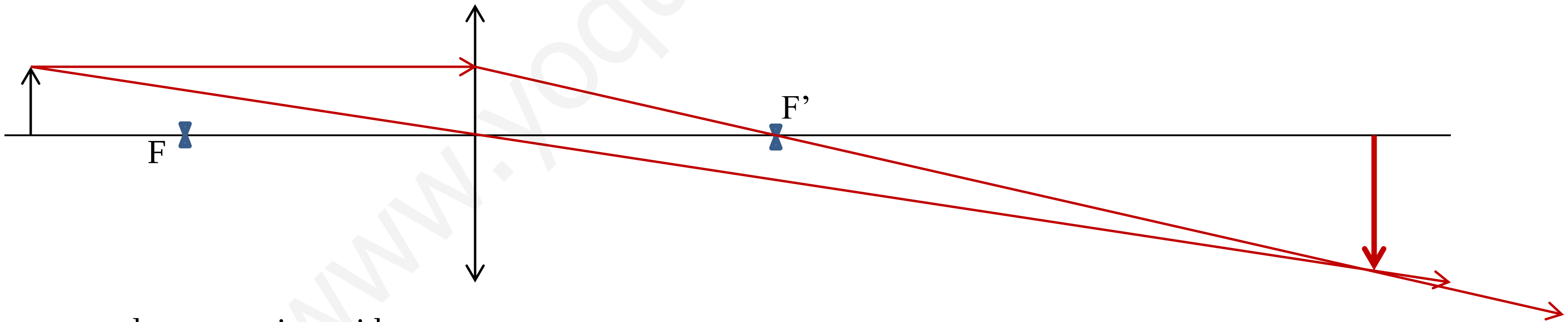
A2. En el banco óptico del laboratorio se dispone de una lente convergente cuya distancia focal vale +20 cm.
a. Determine la posición de un objeto de 5 cm de altura que se coloca a 30 cm por delante de la lente.
b. Calcule la potencia de la lente, el aumento lateral e indique las características de la imagen (real o virtual; invertida o derecha)
c. Dibuje el diagrama de rayos si el objeto se sitúa en la focal de la lente.

a) f' = 20 cm = 0,2 m, y = 5 cm, s = - 30 cm. s'? P? y'/y?

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

b)

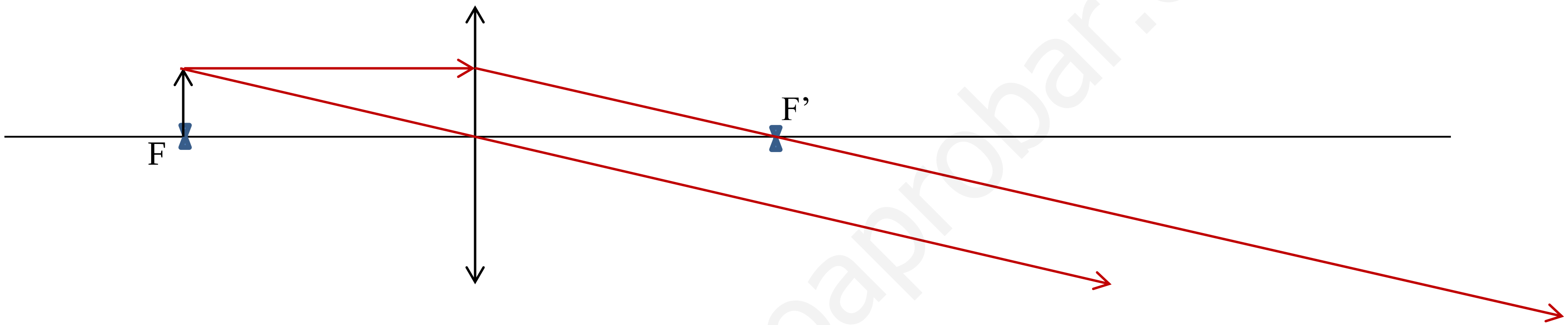
$$P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0,2} = 5\ dioptrías \qquad \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{60}{-30} = -2 \qquad y' = -2 \cdot 5 = -10\ cm$$



La imagen es real, mayor e invertida.

c. Dibuje el diagrama de rayos si el objeto se sitúa en la focal de la lente.

c)



Cuando el objeto se sitúa en el foco no se obtiene imagen porque los rayos salen de la lente de forma paralela y no se cruzan en ningún punto.

A3. Escriba la ecuación de una onda armónica que se propaga a lo largo del eje X en sentido positivo y explique ayudándose de las gráficas oportunas, los conceptos de amplitud, longitud de onda y periodo.

$$y = A\ sen\ (\omega t - kx + \varphi_0)$$

La amplitud, A, es el máximo valor de la elongación. Se produce cuando $sen\ (\omega t - kx + \varphi_0) = \pm 1$

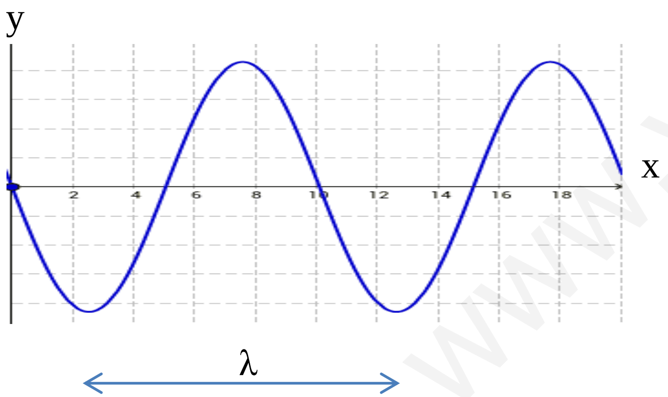
Si pensamos en una onda que se propaga en una cuerda, ería la máxima separación de un punto de la cuerda con respecto a la posición de la cuerda antes de iniciarse el movimiento ondulatorio. En el sistema internacional se mide en metros.

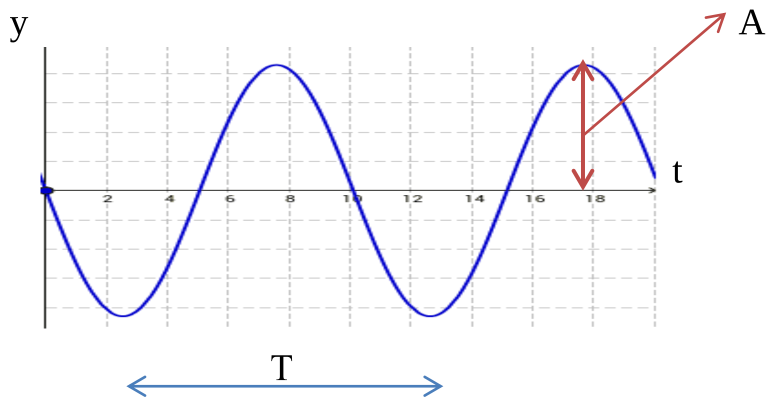
La longitud de onda es la mínima distancia horizontal que hay entre dos puntos que están en fase, es decir, que están en el mismo estado ondulatorio, con la misma elongación y la misma velocidad. Se mide en metros. Matemáticamente:

$$\lambda = 2\pi/k$$

El periodo es el tiempo que debe transcurrir para que un punto determinado tenga el mismo estado ondulatorio. Es el inverso de la frecuencia. En el sistema internacional se mide en segundos. Matemáticamente:

$$T = 1/f = 2\pi/\omega$$

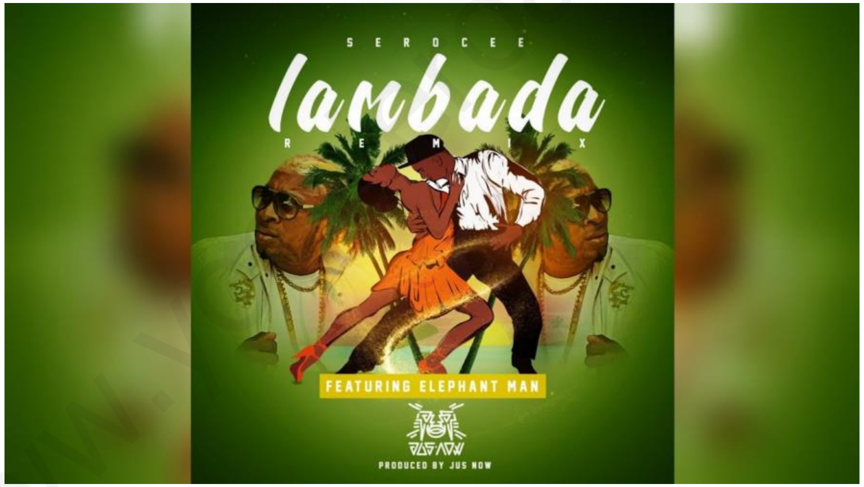




A4. Un protón y un electrón poseen la misma velocidad. ¿Serán iguales sus longitudes de onda de De Broglie? Razone la respuesta.

No, porque tienen distinta masa. La longitud de onda asociada a una partícula en movimiento es inversamente proporcional a la masa de la partícula y a su velocidad.

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



A5. 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 5×10^{-6} N/m.
Datos: $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ m·kg·C^{-2}.

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

A6.- Calcule la fuerza con la que se atraen un protón y un electrón separados entre sí una distancia de $1.5x10^{-10}$ m ¿Cuál es la energía potencial electrostática de este sistema de 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

Aplicamos la ley de Coulomb

$$= \frac{K\cdot|q_1|\cdot|q_2|}{r^2} = \frac{9\cdot10^9\cdot1{,}602\cdot10^{-19}\cdot1{,}602\cdot10^{-19}}{(1{,}5\cdot10^{-10})^2} = 1{,}03\cdot10^{-8}\ N$$

$$Ep = \frac{K\cdot q_1\cdot q_2}{r} = \frac{9\cdot10^9\cdot1{,}602\cdot10^{-19}\cdot(-1{,}602\cdot10^{-19})}{1{,}5\cdot10^{-10}} = -1{,}54\cdot10^{-18}\ J$$

SELECTIVIDAD FÍSICA. CANARIAS. JULIO 2017. OPCIÓN B.

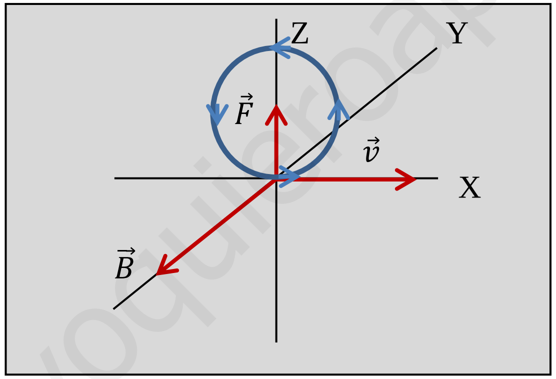
B1. Un electrón se mueve en un campo magnético uniforme $\vec{B} = -0{,}8\vec{\jmath}\ (T)$. Si en un instante dado su velocidad es $\vec{v} = 4 \cdot 10^4 \vec{\imath}\ (m/s)$, determine para el electrón:

a. El vector aceleración.

b. La energía cinética.

c. El radio de la trayectoria que describe al moverse en el campo. Dibuje la trayectoria que describe el electrón, así como su velocidad y aceleración en un punto de la misma.

Datos: $q_e = -1.6 \times 10^{-19}$ C; $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg



a)

$$a = \frac{}{m} = \frac{|q| \cdot v \cdot B \cdot sen\alpha}{m} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^4 \cdot 0{,}8 \cdot sen\ 90}{9{,}11 \cdot 10^{-31}} = 5{,}62 \cdot 10^{15}\ m/s^2 \qquad \vec{a} = 5{,}62 \cdot 10^{15}\ \vec{k}\ m/s^2$$

b)

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot (4 \cdot 10^4)^2 = 7{,}288 \cdot 10^{-22}\ J$$

c. El radio de la trayectoria que describe al moverse en el campo. Dibuje la trayectoria que describe el electrón, así como su velocidad y aceleración en un punto de la misma.
Datos: $q_e = -1.6\times10^{-19}$ C; $m_e = 9.11\times10^{-31}$ kg

El movimiento lo he indicado en el esquema con una circunferencia en color azul. El sentido de la trayectoria es en el sentido antihorario. El sentido de la fuerza, y por lo tanto de la aceleración centrípeta, lo deducimos con la regla de la mano izquierda, pero teniendo en cuenta que la carga es negativa, y por lo tanto el sentido es el contrario al deducido con la regla de la mano izquierda. Para deducir el radio de curvatura igualamos la fuerza ejercida por el campo magnético y la fuerza centrípeta.

$${}_B = {}_c \qquad |q|\cdot v\cdot B\cdot sen\alpha = \frac{m\cdot v^2}{R} \qquad R = \frac{m\cdot v}{|q|\cdot B\cdot sen\alpha} = \frac{9{,}11\cdot10^{-31}\cdot 4\cdot10^{4}}{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot 0{,}8} = 2{,}85\cdot10^{-7}\, m$$

B2. 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 fase inicial nula. Determine:
a. La ecuación de la onda.
b. La velocidad de vibración de un punto situado en x = 10 cm en el instante t = 0,15 s.
c. La distancia entre dos puntos cuya diferencia de fase, en un determinado instante, es π / 3 rad.

a) f = 10 Hz, v = 20 m/s, A = 5 cm = 0,05 m

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

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

b)

$$v = \frac{dy}{dt} = A \cdot \omega \cdot cos\ (\omega t - kx + \varphi_0) = 0{,}05 \cdot 20\pi \cdot \cos\ (20\pi \cdot 0{,}15 - \pi \cdot 0{,}1) = -3\ m/s$$

c)

Dos puntos que estén desfasados en 2π radianes están separados una longitud de onda, así que:

$$d = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{3} = \frac{\lambda}{6} = \frac{2}{6} = 0{,}33\ m$$

B3. Para romper el enlace químico de las moléculas de la piel humana y causar quemaduras solares, se requiere un fotón con una energía de aproximadamente 3.5 eV. ¿Cuál es la longitud de onda de la radiación solar asociada con fotones de esa energía? ¿Cuál sería la longitud de onda de De Broglie de electrones con una energía cinética de 3.5 eV?
Datos: $h = 6.63\times10^{-34}$ J·s; $c=3\times10^{8}$ m/s; 1 eV$=1.6\times10^{-19}$ J; $m_e = 9.11\times10^{-31}$ kg

a)

$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} \qquad \lambda = \frac{h \cdot c}{E} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{3{,}5 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}} = \boxed{3{,}55 \cdot 10^{-7}\ m}$$

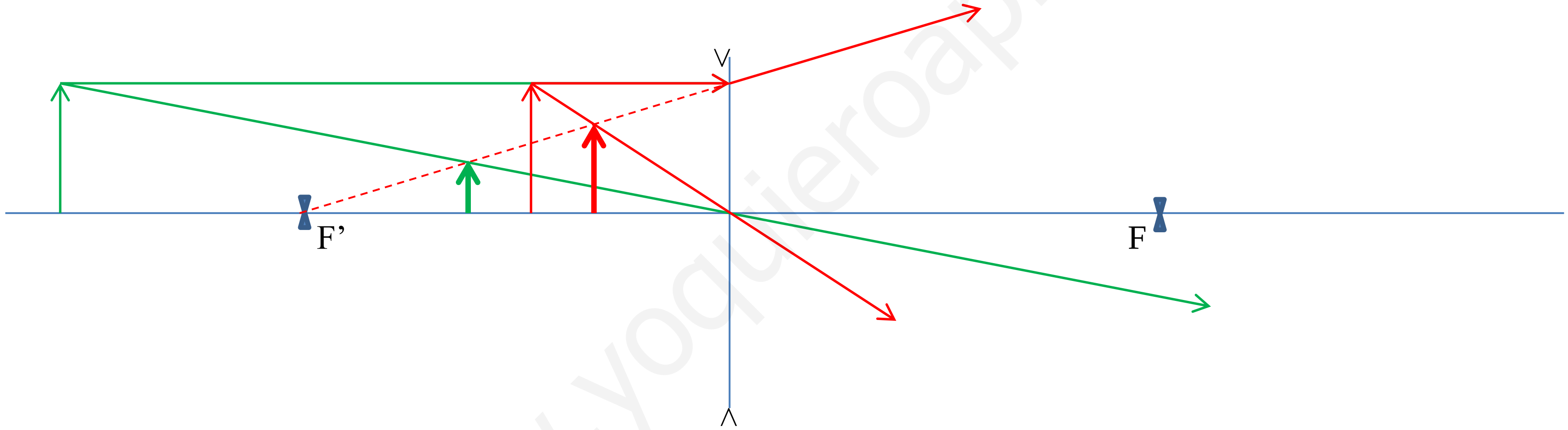
b)

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \qquad v = \sqrt{2 \cdot Ec/m} \qquad \lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{h}{m \cdot \sqrt{2 \cdot Ec/m}} = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot Ec}} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 3{,}5 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31}}}$$

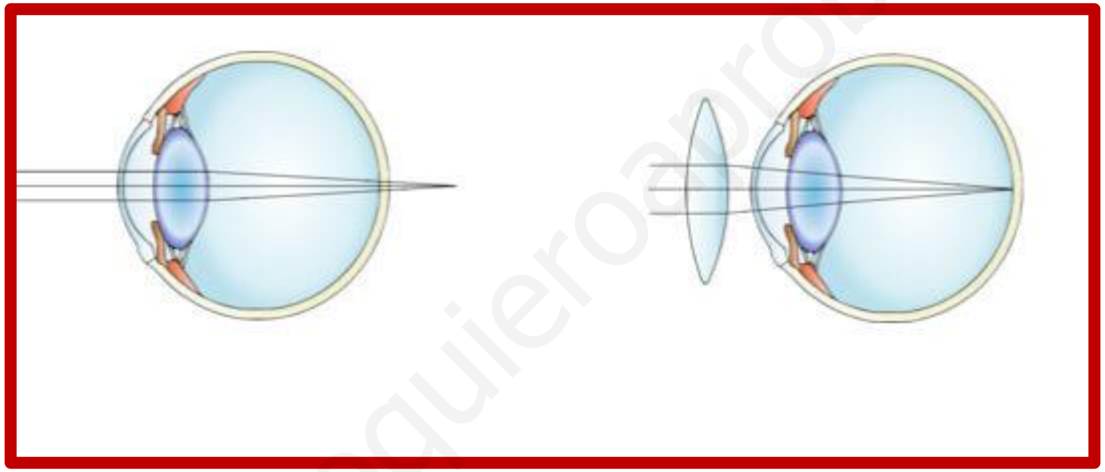
$$\boxed{\lambda = 6{,}56 \cdot 10^{-10}\ m}$$

B4. Explicar gráficamente qué es una lente divergente. Representar el diagrama de rayos de un ojo humano que padece hipermetropía.

Las lentes divergentes son más gruesas por los extremos que por el centro, y separan (hacen divergir) los rayos de luz que las atraviesan. Los rayos se separan, pero sus prolongaciones hacia atrás se cortan en un punto. A este punto se le llama foco imagen (F') y la separación entre él y la lente se conoce como distancia focal (f').
En el esquema he realizado el trazado de rayos para dos objetos, uno situado a la izquierda del foco imagen (verde) y otro situado entre el foco imagen y la lente (rojo). Siempre se obtiene una imagen menor, derecha y virtual.



La hipermetropía consiste en un defecto visual que hace que la imagen de un objeto cercano no se forme en la retina, sino detrás de ella. Esto puede ser debido a que el cristalino o la córnea tienen una potencia óptica reducida, o a que el ojo es poco profundo.
Para corregirla se necesita unas lentes convergentes que acerque los rayos al eje óptico, es decir una lente convergente.



B5. Formule vectorialmente la Ley de Gravitación Universal de Newton. Considere dos electrones separados una distancia arbitraria r y determine el cociente entre los módulos de la fuerza gravitatoria y de la fuerza electrostática que se ejercen mutuamente ambos electrones.
Datos: $G = 6.67\times10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}; $K = 9\times10^{9}$ $N\cdot m^2\cdot C^{-2}$, $q_e = -1.6\times10^{-19}$ C, $m_e= 9.11\times10^{-31}$ kg

$$\overrightarrow{F_g} = \frac{G\cdot m_1\cdot m_2}{r^2}\cdot\overrightarrow{u_r} = \frac{G\cdot m_1\cdot m_2}{r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r}$$

Dos cuerpos se atraen con una fuerza que es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que se separa sus centros de gravedad.
G, es la constante de gravitación universal y su valor es $6,67\cdot10^{-11}$ $N\cdot m^2/kg^2$.
m_1 y m_2 son las masas de los cuerpos y su unidad en el sistema internacional es el kg.
r, es la distancia que separa sus centros de gravedad. Su unidad en el S.I. es el metro, m.
$\vec{r}$, es el vector de posición de la segunda masa con respecto a la primera.

$$\frac{g}{e} = \frac{\frac{G\cdot m_1\cdot m_2}{r^2}}{\frac{K\cdot|q_1|\cdot|q_2|}{r^2}} = \frac{G\cdot m_1\cdot m_2}{K\cdot|q_1|\cdot|q_2|} = \frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot(9,11\cdot10^{-31})^2}{9\cdot10^{9}\cdot(1,6\cdot10^{-19})^2} = \boxed{2,4\cdot10^{-43}}$$

B6. Considere una carga puntual q_1 en reposo. Represente las líneas de campo eléctrico así como las superficies equipotenciales. ¿Cómo debe moverse una segunda carga q_2 para que su energía potencial electrostática permanezca constante?

Para que no cambie la energía potencial el trabajo efectuado por el campo debe ser cero, por lo que la trayectoria y la fuerza eléctrica deben ser perpendiculares. Como la fuerza es paralela a las líneas de campo, la trayectoria debe ser perpendicular a las líneas de campo, debe coincidir con las superficies equipotenciales. En esas trayectorias el potencial eléctrico permanece constante y por ello también lo hace la energía potencial electrostática.
Al hacer las representaciones lo haré considerando primero una carga positiva y luego una carga negativa.