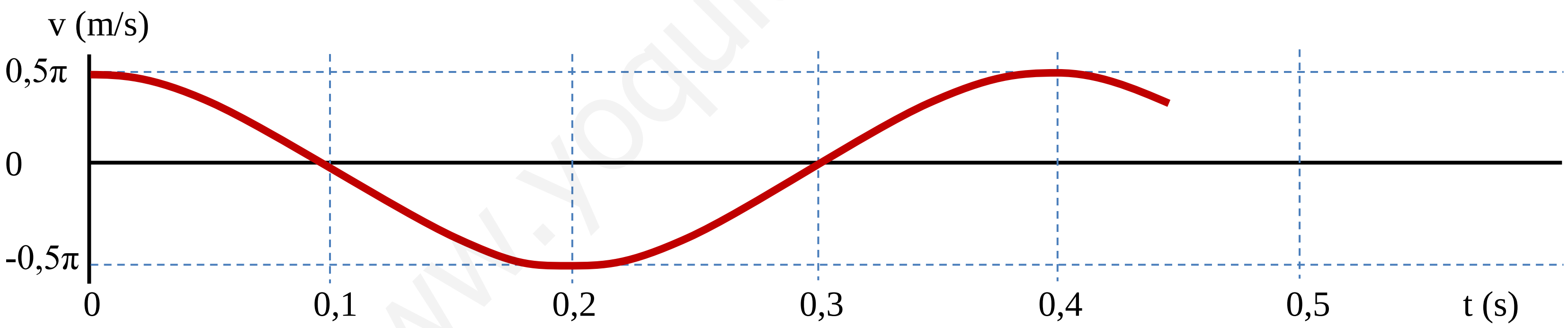
EBAU FÍSICA ARAGÓN. 2022. C. Extraordinaria.

1. Una partícula de masa m = 5 g oscila armónicamente a lo largo del eje OX en la forma x(t) = A sen (ωt) con una amplitud de 10 cm y un periodo de oscilación T = 0,4 s.
a) Determina la velocidad de la partícula en función del tiempo y represéntala gráficamente.
b) Calcula las energías cinética y potencial en el punto x = 5 cm. Calcula la energía mecánica de dicha partícula.

a) m = $5 \cdot 10^{-3}$ kg; A = 0,1 m; T = 0,4 s.

$$\omega \quad \frac{2\pi}{T} \quad \frac{2\pi}{0,4} \quad 5\pi\ rad/s \qquad v \quad \frac{dx}{dt} \quad A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t) \quad 0,1 \cdot 5\pi \cdot \cos(5\pi \cdot t) \qquad v \quad 0,5\pi \cdot \cos(5\pi t)$$

La velocidad inicial es 0,5π m/s. Cada cuarto de periodo, 0,1 s, la velocidad pasa a valer cero, - 0,5π, cero, 0,5π, etc.



b) Calcula las energías cinética y potencial en el punto x = 5 cm. Calcula la energía mecánica de dicha partícula.

Primero calculamos la constante elástica. Luego las distintas energías. La energía mecánica es constante.

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \qquad T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{k} \qquad k = \frac{4\pi^2 \cdot m}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{0{,}4^2} = 1{,}234\ N/m$$

$$Em = \frac{1}{2} \cdot k \cdot A^2 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}234 \cdot 0{,}1^2 = 6{,}17 \cdot 10^{-3}\ J$$

$$Ep(x = 0{,}05m) = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}234 \cdot 0{,}05^2 = 1{,}54 \cdot 10^{-3}\ J$$

$$Ec(x = 0{,}05m) = Em - Ep = 6{,}17 \cdot 10^{-3} - 1{,}54 \cdot 10^{-3} = 4{,}63 \cdot 10^{-3}\ J$$

O también:

$$x = 0{,}1 \cdot sen(5\pi t) \qquad 0{,}05 = 0{,}1 \cdot sen(5\pi \cdot t) \qquad t = 0{,}033\ s$$

$$v(x = 0{,}05m) = 0{,}5\pi \cdot \cos(5\pi t) = 0{,}5\pi \cdot \cos(5\pi \cdot 0{,}033) = 1{,}36\ m/s$$

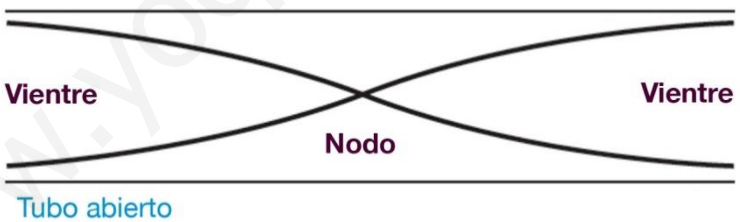
$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}36^2 = 4{,}62 \cdot 10^{-3}\ J$$

Como vemos, bastante más complicado. El resultado no es exactamente el mismo por las distintas aproximaciones hechas.

2. a) Se desea construir una flauta de forma que cuando estén tapados todos los agujeros emita como armónico fundamental la nota musical Do de 522 Hz. Si la flauta se comporta como un tubo sonoro de extremos abiertos, determina la longitud de la misma y representa gráficamente dentro de la flauta, la onda que se genera. Toma como velocidad de propagación del sonido en el aire v = 340 m/s.
b) Para dicha frecuencia, la sonoridad de la flauta es de 20 dB a una distancia d = 15 m. Suponiendo que la flauta se comporta como un foco emisor puntual, determina la máxima distancia a la que se escuchará dicho sonido.
Dato: Intensidad umbral del oído humano $I_o = 10^{-12}$ W/m^2.

a) En el armónico fundamental, en los tubos abiertos por los dos extremos, deben producirse vientres en cada extremo por lo que la longitud del tubo es la mitad de la longitud de onda:

$$v \quad \lambda \cdot f \qquad \lambda \quad \frac{v}{f} \quad \frac{340}{522} \quad 0{,}65\ m \qquad L \quad \frac{\lambda}{2} \quad \frac{0{,}65}{2} \quad 0{,}325\ m \quad 32{,}5\ cm$$



b) Para dicha frecuencia, la sonoridad de la flauta es de 20 dB a una distancia d = 15 m. Suponiendo que la flauta se comporta como un foco emisor puntual, determina la máxima distancia a la que se escuchará dicho sonido.
Dato: Intensidad umbral del oído humano $I_o = 10^{-12}$ W/m^2.

b) β_1 = 20 dB, d_1 = 15 m.
Para calcular la máxima distancia a la que se escuchará el sonido, tendremos en cuenta que a esa distancia la intensidad del sonido será igual a la intensidad umbral. Primero calculamos la potencia del sonido.

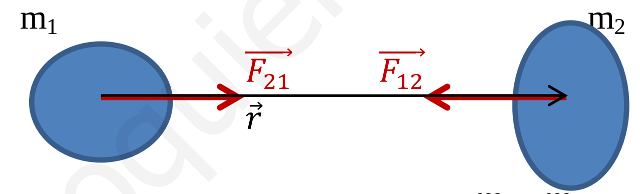
$$_1 \quad 10\log\frac{I_1}{I_o} \qquad 20 \quad 10\,log\,\frac{I_1}{10^{-12}} \qquad I_1 \quad 10^{-10}\ W/m^2$$

$$I_1 \quad \frac{P}{S_1} \qquad\qquad P \quad I_1\cdot S_1 \quad I_1\cdot 4\pi\cdot r_1^2 \quad 10^{-10}\cdot 4\pi\cdot 15^2 \quad 2{,}83\cdot 10^{-7}\ W$$

$$I_2 \quad I_o \quad \frac{P}{S_2} \quad \frac{P}{4\pi\cdot r_2^2} \qquad\qquad r_2 \quad \sqrt{\frac{P}{4\pi\cdot I_o}} \quad \sqrt{\frac{2{,}83\cdot 10^{-7}}{4\pi\cdot 10^{-12}}} \quad 150\ m$$

3. a) Enuncia y explica la ley de gravitación universal.
La luna es aproximadamente esférica, con radio R = 1,74 x 10^6 m y masa M = 7,35 x 10^{22} kg.
b) Calcula la aceleración de la gravedad en la superficie de la Luna.
c) Si se deja caer una piedra desde una altura de 1 m sobre la superficie lunar, ¿cuál será su velocidad al chocar con la superficie?
Dato: G = 6,67 x 10^{-11} N m^2 kg^{-2}.

a) Al objeto de deducir matemáticamente, las leyes de Kepler Isaac Newton propuso su célebre Teoría de la Gravitación Universal, cuyo enunciado es: Cualquier par de cuerpos se atraen mutuamente y debido a sus masas con una fuerza gravitatoria cuyo valor es directamente proporcional al producto de las mismas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa sus centros de gravedad.
Su expresión matemática es:



$$\overrightarrow{F_{12}} \quad -\overrightarrow{F_{21}} \qquad F_{12} \quad F_{21} \quad F \quad G\cdot\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Vectorialmente:

$$\overrightarrow{F_{12}} \quad -G\cdot\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r}$$

La constante de proporcionalidad G recibe el nombre de constante de gravitación universal y su valor, obtenido experimentalmente por el físico inglés Henry Cavendish es: G= $6{,}67.10^{11}$ N·m^2 /kg^2. La expresión anterior recibe el nombre de Ley de Gravitación universal.

La luna es aproximadamente esférica, con radio R = 1,74 x 10^6 m y masa M = 7,35 x 10^{22} kg.
b) Calcula la aceleración de la gravedad en la superficie de la Luna.
c) Si se deja caer una piedra desde una altura de 1 m sobre la superficie lunar, ¿cuál será su velocidad al chocar con la superficie?
Dato: G = 6,67 x 10^{-11} N m^2 kg^{-2}.

b)

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{(1,74 \cdot 10^6)^2} = \boxed{1,62\ m/s^2}$$

c) Aplicamos el principio de conservación de la energía suponiendo que la energía potencial en la superficie lunar es cero. Podemos utilizar la conocida Ep = m·g·h porque la altura es despreciable con respecto al radio de la Luna.

$$Em(inicial) = Em(final) \qquad mgh = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \qquad v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 1,62 \cdot 1} = \boxed{1,8\ m/s}$$

4. a) Enuncia y explica brevemente las leyes de Kepler.
Fobos es un satélite de Marte que gira en una órbita circular de 9380 km de radio respecto al centro del planeta, y un periodo de revolución de 7,65 horas. Otro satélite de Marte, Deimos, gira en una órbita de 23460 km de radio. Determina:
b) La masa de Marte.
c) El periodo de revolución del satélite Deimos.
Datos: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N m2 kg^{-2}; masa de Fobos $M_F = 1{,}1 \times 10^{16}$ kg; masa de Deimos $M_D = 2{,}4 \times 10^{15}$ kg.

a) Primera Ley de Kepler (Ley de las órbitas) Todos los planetas describen en torno al Sol órbitas elípticas, estando el Sol situado en uno de los focos de las elipses. Según esta ley, en realidad todas las órbitas planetarias son rigurosamente elípticas, pero solamente las órbitas de Mercurio y de Plutón poseen una excentricidad o achatamiento elevado. Las órbitas de los demás planetas poseen una excentricidad o achatamiento pequeño, por lo que pueden ser consideradas aproximadamente circulares, estando el Sol situado en el centro de las circunferencias.

Segunda Ley de Kepler (Ley de las áreas) El área barrida por el vector de posición de cada planeta respecto al Sol es directamente proporcional al tiempo transcurrido. Su expresión matemática es: $\Delta S = v_a \cdot \Delta t$. La constante de proporcionalidad v_a tiene un valor determinado para cada planeta, se denomina velocidad areolar y representa el área barrida por el vector de posición del planeta por unidad de tiempo.
El significado o consecuencia de esta Ley es que la velocidad lineal escalar o celeridad de cada planeta es mayor cuando el planeta está cerca del Sol y menor cuando el planeta está lejos del Sol. De esta forma, para una órbita elíptica la celeridad del planeta es máxima en el Perihelio, P, y mínima en el Afelio, A. Si la órbita se supone circular, la celeridad del planeta es constante.

Tercera Ley de Kepler (Ley de los periodos) Los cuadrados de los periodos de revolución de los planetas, en torno al Sol, son directamente proporcionales a los cubos de los radios medios de sus órbitas respecto al Sol. Su expresión matemática es:

$$T^2 = \quad \cdot r_m^3 \qquad \acute{o}rbita\ el\acute{\imath}ptica: T^2 = \quad \cdot a^3 \qquad \acute{o}rbita\ circular: T^2 = \quad \cdot r^3$$

Donde a es el semieje mayor de la elipsis y r el radio de la circunferencia.

Fobos es un satélite de Marte que gira en una órbita circular de 9380 km de radio respecto al centro del planeta, y un periodo de revolución de 7,65 horas. Otro satélite de Marte, Deimos, gira en una órbita de 23460 km de radio. Determina:
b) La masa de Marte.
c) El periodo de revolución del satélite Deimos.
Datos: G = 6,67 x 10^{-11} N m2 kg^{-2}; masa de Fobos M_F = 1,1 x 10^{16} kg; masa de Deimos M_D = 2,4 x 10^{15} kg.

b) $r_F = 9{,}38 \cdot 10^6$ m; $T_F = 7{,}65 \cdot 3600 = 27540$ s, $r_D = 2{,}346 \cdot 10^7$ m.

La fuerza de atracción gravitatoria entre Marte y un satélite que orbita a su alrededor es también la fuerza centrípeta que fuerza al satélite 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 la velocidad orbital es constante podemos aplicar:

$$v = \frac{e}{t} = \frac{2\pi r}{T} \qquad v^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{T^2} = \frac{G \cdot M}{r} \qquad M = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot (9{,}38 \cdot 10^6)^3}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot (27540)^2} = 6{,}44 \cdot 10^{23} k$$

c)

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot M}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot (2{,}346 \cdot 10^7)^3}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6{,}44 \cdot 10^{23}}} = 108935\ s \cong 1{,}26\ días$$

5. a) Explica el concepto de energía potencial eléctrica. ¿Qué energía potencial eléctrica tiene una partícula de carga q_2 situada a una distancia r de otra carga q_1?
b) Una partícula de carga q_1 = 0,1 μC está fija en el vacío. Se sitúa una segunda partícula de carga q_2 = 0,5 μC y masa m = 0,1 g a una distancia r = 10 cm de la primera. Si se suelta q_2 con velocidad inicial nula, se moverá alejándose de q_1. ¿Por qué? Calcula su velocidad cuando pasa por un punto a una distancia 3r de q_1.
Datos: Constante de Coulomb K = 9×10^9 N m^2 C^{-2}.

a) La fuerza de interacción eléctrica es conservativa puesto que el trabajo realizado por ella sobre un cuerpo que se desplaza desde un punto inicial a otro final solo depende de estas posiciones. Por tanto tiene asociada una energía potencial con la que está relacionada de la siguiente forma:

$$W_{Fe} = -\Delta Ep$$

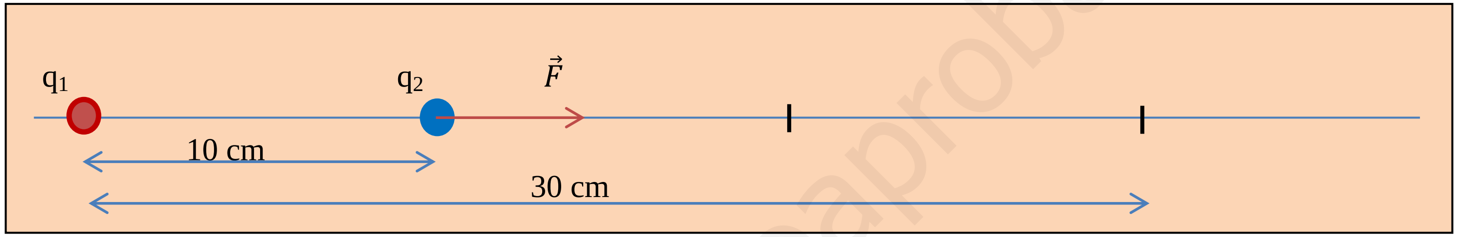
En nuestro caso su expresión es:

$$Ep = \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$$

Siendo K la constante eléctrica del medio, Q y q la dos cargas y r la distancia que las separa.
Puede ser negativa o positiva dependiendo de los signos de las cargas.
Su unidad en el sistema internacional es el julio, J.

b) Una partícula de carga q_1 = 0,1 μC está fija en el vacío. Se sitúa una segunda partícula de carga q_2 = 0,5 μC y masa m = 0,1 g a una distancia r = 10 cm de la primera. Si se suelta q_2 con velocidad inicial nula, se moverá alejándose de q_1. ¿Por qué? Calcula su velocidad cuando pasa por un punto a una distancia 3r de q_1.
Datos: Constante de Coulomb K = 9 x 10^9 N m^2 C^{-2}.

b)



Aplicamos el principio de conservación de la energía entre la posición inicial y la posición final. Tendremos en cuenta que como las dos cargas son positivas la fuerza eléctrica entre ellas es de repulsión.

$$Em(i) = Em(f) \qquad \cancel{Ec(i)} + Ep(i) = Ec(f) + Ep(f)$$

$$\frac{\cdot q_1 \cdot q_2}{r_i} = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2^2 + \frac{\cdot q_1 \cdot q_2}{r_f} \qquad \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2^2 = \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right) \qquad v = \sqrt{\frac{2 \cdot \quad \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right)}{m_2}}$$

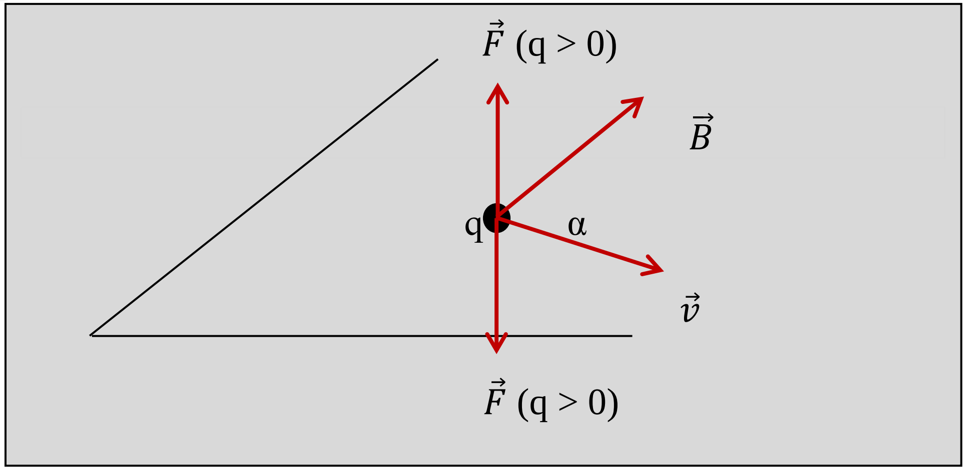
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 10^{-7} \left(\frac{1}{0{,}1} - \frac{1}{0{,}3}\right)}{10^{-4}}} = 7{,}75\ m/s$$

6. a) Escribe la expresión de la Fuerza de Lorentz que actúa sobre una partícula de carga q que se mueve con velocidad en una región donde hay un campo magnético. Explica las características de esta fuerza.

a) Un campo magnético ejerce una fuerza sobre una corriente eléctrica, es decir, sobre las cargas en movimiento. Supongamos una carga eléctrica q, moviéndose con velocidad lineal,$\vec{v}$, en el seno de un campo magnético de intensidad, $\vec{B}$. La fuerza magnética ejercida por el campo sobre la carga r B viene definida por la siguiente expresión, que constituye la Ley de Lorentz:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v}\, x\, \vec{B} \qquad\qquad F = q \cdot v \cdot B \cdot sen\, \alpha$$

Siendo α el ángulo formado por los vectores $\vec{v}\ y\ \vec{B}$. A partir de la expresión vectorial de la Ley de Lorentz se deduce que la fuerza magnética ejercida sobre una carga en movimiento es perpendicular a la velocidad de la carga y al vector intensidad de campo magnético, como se observa en la figura. A partir de la expresión escalar de la Ley de Lorentz se deduce que el campo magnético no ejerce fuerzas sobre las cargas en reposo (v = 0) o cuando las cargas eléctricas se muevan en una dirección paralela al vector intensidad de campo magnético.



Movimiento de cargas en el seno de un campo magnético:

Cuando una partícula de masa m y carga eléctrica q penetra en una zona del espacio donde existe un campo magnético uniforme de intensidad experimenta una fuerza magnética que la obliga a describir un determinado movimiento. La fuerza magnética es perpendicular a la velocidad lineal de la partícula y, por lo tanto, a la dirección de su desplazamiento o movimiento. En consecuencia, la fuerza magnética no realiza trabajo sobre la partícula cargada y, según el teorema de la energía cinética, si solamente actúa la fuerza magnética:

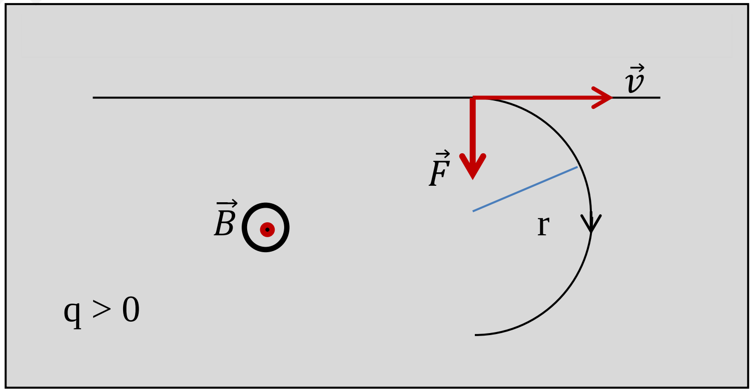
$$W_{\vec{F}} = \Delta Ec \qquad W_{\vec{F}} = 0 \rightarrow \Delta Ec = 0 \rightarrow Ec = cte \rightarrow v = cte$$

Es decir, toda partícula cargada que se mueva en el seno de un campo magnético, sometida únicamente a la fuerza magnética, mantiene constante el módulo de su velocidad lineal o celeridad

Vamos a considerar dos casos particulares:

Que la partícula penetre paralelamente al campo magnético. Entonces: α = 0º o 180º y el movimiento es rectilíneo y uniforme (M.R.U.).

Que la partícula penetre perpendicularmente al campo magnético. En este caso, la fuerza magnética ejercida sobre la partícula será siempre perpendicular a su velocidad y a la dirección de su movimiento, por lo que la obliga a curvarse y describir una trayectoria circular de v = cte, es decir, un movimiento circular uniforme. El sentido de giro se deduce con la regla de la mano izquierda.



$$F_B = F_c \qquad |q| \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{r} \qquad r = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

Cuando la partícula penetra con un ángulo diferente, podemos descomponer su velocidad en una componente paralela y otra perpendicular al campo. La composición de las dos velocidades hace que la trayectoria sea helicoidal.

Una partícula de carga q = 1,6.10^{-19} C se mueve en un campo magnético uniforme de valor B = 0,2 T, describiendo una circunferencia con período 3,2 x 10^{-7} s y velocidad de 3,8 x 10^{6} m/s en un plano perpendicular a la dirección del campo magnético. Calcula:
b) El radio de la circunferencia descrita.
c) La masa de la partícula.

b) Como la fuerza que ejerce el campo magnético sobre la carga es siempre perpendicular a la trayectoria, no realiza trabajo sobre ella y por lo tanto la velocidad de la partícula es constante. Por ello podemos aplicar:

$$v = \frac{e}{t} \qquad v = \frac{2\pi \cdot R}{T} \qquad R = \frac{v \cdot T}{2\pi} = \frac{3{,}8 \cdot 10^{6} \cdot 3{,}2 \cdot 10^{-7}}{2\pi} = 0{,}1935\, m = 19{,}35\, cm$$

c) La fuerza ejercida por el campo magnético sobre la carga en movimiento (Fuerza de Lorentz) es también la fuerza centrípeta. Por lo tanto:

$$F_B = F_c \qquad |q| \cdot v \cdot B \cdot sen\alpha = \frac{m \cdot v^2}{R} \qquad m = \frac{|q| \cdot v \cdot B \cdot sen\alpha \cdot R}{v^2} = \frac{|q| \cdot B \cdot sen\alpha \cdot R}{v}$$

$$m = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}2 \cdot sen90° \cdot 0{,}1935}{3{,}8 \cdot 10^{6}} = 1{,}63 \cdot 10^{-27}\, kg$$

7. a) Dualidad onda-corpúsculo. Hipótesis de De Broglie.
En una zona del espacio sometida a un campo electrostático constante se coloca un protón que parte del reposo es acelerado por una diferencia de potencial de 10 V. Calcula:
b) La energía cinética que adquiere el protón expresada en julios y en eV y su velocidad en m/s.
c) La longitud de onda de De Broglie asociada al protón moviéndose con la velocidad anterior.
Datos: Carga del protón $q_p = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C; masa del protón $m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg; constante de Planck $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J s

a) 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. Por ello en este caso sí hay que tener en cuenta su naturaleza ondulatoria.

En una zona del espacio sometida a un campo electrostático constante se coloca un protón que parte del reposo es acelerado por una diferencia de potencial de 10 V. Calcula:
b) La energía cinética que adquiere el protón expresada en julios y en eV y su velocidad en m/s.
c) La longitud de onda de De Broglie asociada al protón moviéndose con la velocidad anterior.
Datos: Carga del protón $q_p = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C; masa del protón $m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg; constante de Planck $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J s

b) Aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica. Tendremos en cuenta que las cargas positivas se aceleran hacia disminuciones de potencial eléctrico y que por lo tanto ΔV = - 10 V. También tendremos en cuenta que el protón está inicialmente en reposo.

$$\Delta Em = 0 \qquad \Delta Ec = -\Delta Ep \qquad Ec = -q \cdot \Delta V = -1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot (-10) = 1{,}6 \cdot 10^{-18}\, J$$

$$Ec = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-18}\, J}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\, J/eV} = 10\, eV$$

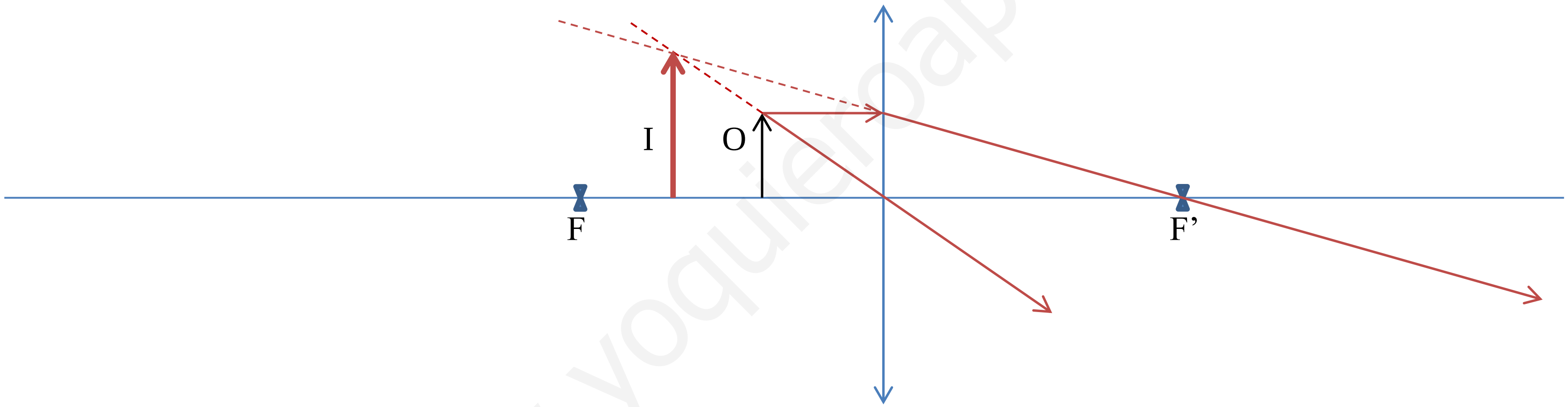
$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \qquad v = \sqrt{2 \cdot Ec/m} = \sqrt{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-18}/1{,}67 \cdot 10^{-27}} = 4{,}38 \cdot 10^4\, m/s$$

c) Aplicamos la ecuación de De Broglie que nos da la longitud de onda asociada a una partícula en movimiento.

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{1{,}67 \cdot 10^{-27} \cdot 4{,}38 \cdot 10^4} = 9{,}06 \cdot 10^{-12}\, m$$

8. a) Explica cuál debe ser la posición de un objeto respecto a una lente delgada convergente para obtener una imagen virtual y derecha. Justifícalo gráficamente mediante un trazado de rayos.
b) Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 8 cm delante de una lente convergente de 10 cm de distancia focal. Determina la posición, tamaño y tipo (real o virtual) de la imagen formada.

a) El objeto debe situarse entre la lente y el foco objeto. La imagen es de mayor tamaño que el objeto.



b) Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 8 cm delante de una lente convergente de 10 cm de distancia focal. Determina la posición, tamaño y tipo (real o virtual) de la imagen formada.

b) y = 1 cm, s = - 8 cm, f' = 10 cm

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \qquad \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{10} + \frac{1}{-8} = \frac{-8+10}{10\cdot(-8)} = \frac{2}{-80} = \qquad s' = -\frac{80}{2} = -40\ cm$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \qquad y' = y\cdot\frac{s'}{s} = 1\cdot\frac{-40}{-8} = 5\ cm$$

La imagen es virtual, mayor y derecha, como siempre ocurre cuando el objeto se sitúa entre una lente convergente y el foco objeto. La imagen es virtual ya que no se cruzan los rayos sino sus prolongaciones.