Nombre y apellidos: ____

1. El satélite europeo de observación terrestre Sentinel-3 se encuentra en una **órbita circular baja** (LEO) alrededor de la Tierra y tiene un período de $2\ h$. Calcula:

   a. ¿A qué **altura** sobre la superficie de la Tierra se encuentra la órbita del satélite? **Justifica** la fórmula que utilices. $h = 1{,}69 \cdot 10^6 m = 1690\ km$ (0,75 pt.)

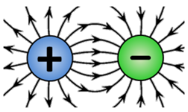
   b. Calcula la **velocidad de escape** desde esa órbita. **Justifica** la fórmula de la **velocidad de escape.** (0,75 pt.)

   Datos: $R_T = 6370\ km$, $g_0 = 9{,}81\ m/s^2$ $V_e = 9{,}94 \cdot 10^3 \frac{m}{s} = 9{,}94 \frac{km}{s}$

2. Situamos una carga puntual Q_1 de $5\ \mu C$ en el punto $A(-4{,}0)$ y otra carga Q_2 de $-2\ \mu C$ en el punto $B(4{,}0)$. Dibuja un **esquema**.

   a. Calcula el **vector campo eléctrico** en el punto $C(0{,}3)$. $\vec{E}_T = 2016\ \vec{i} + 648\ \vec{j}\ \frac{N}{C}$ (0,75 pt.)

   b. Calcula el **potencial eléctrico** en el punto $C(0{,}3)$ y el **trabajo** necesario para trasladar una carga de $1\ \mu C$ **desde el infinito** hasta el punto $C(0{,}3)$. Interpreta el **signo** del trabajo. (0,75 pt.)



   $V_T = 5400\ V$, $W_{\infty \to c} = -5{,}4 \cdot 10^{-3}\ J$

   Datos: Distancias en metros. $K = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2/C^2$.

3. Dos **hilos conductores** muy largos, rectilíneos y paralelos, se disponen verticalmente separados $8\ cm$. Por el conductor situado a la izquierda circula una corriente de intensidad $30A$, y por el situado a la derecha, otra de $20A$, ambas hacia arriba.

   a. Dibuja un **esquema** y determina el **vector campo magnético** en el **punto medio** entre los dos conductores. $\vec{B}_{TM} = -5 \cdot 10^{-5}\ \vec{k}\ T$ (1 pt.)

   b. Calcula el **vector fuerza por unidad de longitud** ejercida sobre un **tercer conductor** vertical situado en el **punto medio** entre los dos conductores, por el que circula una corriente de $10\ A$ dirigida hacia abajo. $5 \cdot 10^{-4}\ \frac{N}{m}\ \vec{i}$ (0,5 pt.)

   Dato: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ TmA^{-1}$

4. La **elongación** (en metros) de los puntos de una **onda armónica** unidimensional es:

$$y\,(x,t) = 0{,}40 \cdot\ sen\ \left[\pi \cdot \left(100 \cdot t - 25 \cdot x\right)\right]$$

   a. Calcula la **longitud de onda** y la **velocidad de propagación**. (0,5 pt.)

   b. Calcula el **instante** en que $v = 40\pi\ m/s$ en un punto situado a $2m$ del foco emisor. (0,75 pt.)

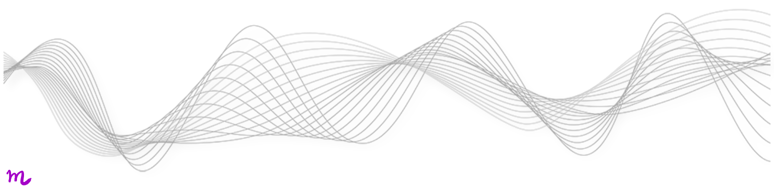
   c. ¿Cuál es la **distancia mínima** entre dos puntos en **oposición de fase**? **Justifica** la fórmula. (0,25 pt.)

$\lambda = 0{,}08\ m$

$V_p = 4\ m/s$

$t = 0{,}5\ s$

$\Delta x = 0{,}04\ m$



💡 CUESTIONES JUSTIFICADAS:

I. Deduce la relación que hay entre el **campo gravitatorio de La Tierra** g_0 y el **campo gravitatorio de un exoplaneta** P, descubierto por el telescopio espacial Kepler, cuyo radio es la tercera parte del terrestre y cuya masa es la mitad de la terrestre:

a. $g_P = \frac{3}{2} \cdot g_0$

b. $g_P = \frac{2}{9} \cdot g_0$

c. $g_P = \frac{9}{2} \cdot g_0$ (1 pt.)

II. ¿Puede ser **cero** en algún punto el **campo eléctrico total** producido por dos cargas puntuales Q_1 y Q_2, del mismo signo, de magnitud $Q_1 = 4 \cdot Q_2$ y separadas una distancia d? Si es así, indica a qué **distancia** x de la carga Q_1 se encontraría dicho punto. Demuéstralo analíticamente (con ecuaciones).

a. $x = \frac{2}{3} \cdot d$

b. $x = \frac{3}{4} \cdot d$

c. El campo eléctrico no se puede anular en esta situación. (1 pt.)

III. En el centro europeo de Física de altas energías (CERN) se identifica una **partícula** de carga $1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$ que se mueve en un campo magnético uniforme de valor $0{,}20\ T$, describiendo una circunferencia en un plano perpendicular a la dirección del campo magnético con un período de $3{,}2 \cdot 10^{-7}\ s$ y una velocidad de $3{,}8 \cdot 10^{6}\ m/s$. Calcula su **masa** y determina de qué partícula se trata. **Justifica** las ecuaciones que utilices.

a. Electrón de masa $9{,}1 \cdot 10^{-31}\ kg$

b. Protón de masa $1{,}6 \cdot 10^{-27}\ kg$

c. Quark "up" de masa $3{,}64 \cdot 10^{-30}\ kg$ (1 pt.)

IV. Un altavoz emite con una potencia de $40\ W$. Calcula a qué **distancia** del altavoz debemos situarnos para que la intensidad de la onda sonora sea de $1{,}41 \cdot 10^{-2}\ \frac{W}{m^2}$:

a. $5\ m.$

b. $10\ m.$

c. $15\ m.$ (1 pt.)

1. El satélite europeo de observación terrestre Sentinel-3 se encuentra en una **órbita circular baja** (LEO) alrededor de la Tierra y tiene un período de $2\ h$. Calcula:

   a. ¿A qué **altura** sobre la superficie de la Tierra se encuentra la órbita del satélite? **Justifica** la fórmula que utilices. (0,75 pt.)

   b. Calcula la **velocidad de escape** desde esa órbita. **Justifica** la fórmula de la **velocidad de escape.** (0,75 pt.)

Datos: $R_T = 6370\ km$, $g_0 = 9{,}81\ m/s^2$

a) La condición de órbita es : $F_g = F_c$ donde M es la Tierra y m el satélite Sentinel-3.

$$G\frac{M\cdot \cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \cancel{m}\frac{v^2}{\cancel{r}} \Rightarrow G\frac{M}{r} = v^2$$

En el movimiento circular $v = \frac{2\pi r}{T}$

$$G\frac{M}{r} = \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 ,$$

$$G\frac{M}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} \Rightarrow r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2} \Rightarrow \boxed{r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}} ,$$

$T = 2\cancel{h}\cdot\frac{3600\,s}{1\cancel{h}} = 7200\,s$

$r = R_T + h$ (radio orbital)

$R_T = 6370\ km = 6{,}37\cdot 10^6\ m$

No conocemos G ni M , pero como $g_0 = G\cdot\frac{M}{R_T^2} \Rightarrow G\cdot M = g_0\cdot R_T^2 \Rightarrow$

$$r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{g_0\cdot R_T^2\cdot T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{9{,}81(6{,}37\cdot 10^6)^2\cdot 7200^2}{4\cdot\pi^2}} \approx 8055349.277968\ m \simeq 8{,}06\cdot 10^6\ m \text{ (radio orbital)}$$

La altura sobre la superficie $h = r - R_T = 8{,}06\cdot 10^6\ m - 6{,}37\cdot 10^6\ m = 1{,}69\cdot 10^6\ m = 1690\ km$

b) $$\frac{1}{2}mv_e^2 - G\frac{Mm}{r} = \underbrace{\frac{1}{2}m\cdot 0^2}_{0} - \underbrace{G\frac{Mm}{\infty}}_{0}$$

$$\frac{1}{2}\cancel{m}v_e^2 = G\frac{M\cancel{m}}{r}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2g_0\cdot R_T^2}{r}}$$

Velocidad de escape

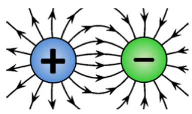
radio orbital

$$v_e = \sqrt{\frac{2\cdot 9{,}81(6{,}37\cdot 10^6)^2}{8{,}06\cdot 10^6}} \approx 9938.513065\ \frac{m}{s} \simeq 9{,}94\cdot 10^3\ \frac{m}{s} = 9{,}94\ \frac{km}{s}$$

2. Situamos una carga puntual Q_1 de $5\ \mu C$ en el punto $A(-4{,}0)$ y otra carga Q_2 de $-2\ \mu C$ en el punto $B(4{,}0)$. Dibuja un **esquema**.

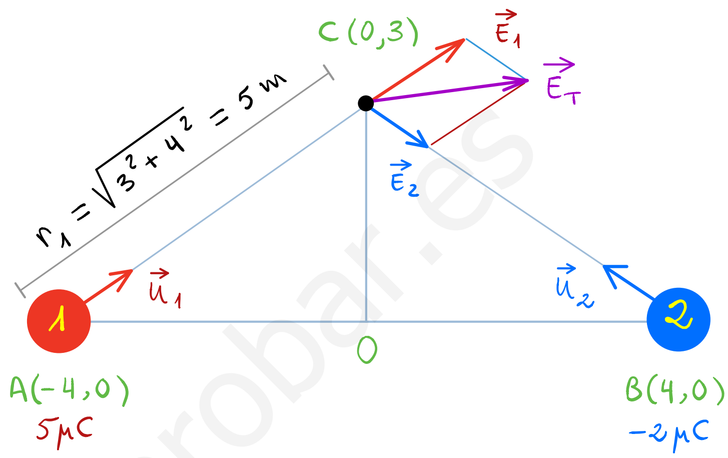
   a. Calcula el **vector campo eléctrico** en el punto $C(0{,}3)$. (0,75 pt.)

   b. Calcula el **potencial eléctrico** en el punto $C(0{,}3)$ y el **trabajo** necesario para trasladar una carga de $1\ \mu C$ **desde el infinito** hasta el punto $C(0{,}3)$. Interpreta el **signo** del trabajo. (0,75 pt.)



Datos: Distancias en metros. $K = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2/C^2$.

a) Calculamos primero los vectores unitarios hacia C(0,3)



$$\vec{u}_1 = \frac{(0,3)-(-4,0)}{\sqrt{3^2+4^2}} = \left(\frac{4}{5}, \frac{3}{5}\right) = \frac{4}{5}\vec{i} + \frac{3}{5}\vec{j}$$

$$\vec{u}_2 = \frac{(0,3)-(4,0)}{\sqrt{3^2+4^2}} = \left(\frac{-4}{5}, \frac{3}{5}\right) = \frac{-4}{5}\vec{i} + \frac{3}{5}\vec{j}$$

$r_1 = r_2 = 5\ m$

Según el principio de superposición $\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

$$\vec{E}_1 = K \frac{Q_1}{r_1^2}\vec{u}_1 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6}}{5^2}\left(\frac{4}{5}\vec{i} + \frac{3}{5}\vec{j}\right) = 1440\,\vec{i} + 1080\,\vec{j}\ \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_2 = K \frac{Q_2}{r_2^2}\vec{u}_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-2 \cdot 10^{-6}}{5^2}\left(\frac{-4}{5}\vec{i} + \frac{3}{5}\vec{j}\right) = 576\,\vec{i} - 432\,\vec{j}\ \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 2016\,\vec{i} + 648\,\vec{j}\ \frac{N}{C} \quad , \quad |\vec{E}_T| = \sqrt{E_{Tx}^2 + E_{Ty}^2} \simeq 2118\ \frac{N}{C}$$

b) $V_1 = K \dfrac{Q_1}{r_1} = 9 \cdot 10^9 \cdot \dfrac{5 \cdot 10^{-6}}{5} = 9000\,V$

$V_2 = K \dfrac{Q_2}{r_2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \dfrac{-2 \cdot 10^{-6}}{5} = -3600\,V$

$V_T = V_1 + V_2 = 5400\,V$ en el punto C(0,3)

$$\boxed{W_{\infty \to c} = -q\,(V_c - V_\infty)}$$ Trabajo eléctrico

siendo $q = 1\ \mu C$ y $V_\infty = K \dfrac{Q}{\infty} = 0$

$$W_{\infty \to c} = -q\,(V_c - V_\infty) = -1 \cdot 10^{-6}(5{,}4 \cdot 10^3 - 0) = -5{,}4 \cdot 10^{-3}\ J$$

$$W_{\infty \to c} = -5{,}4 \cdot 10^{-3}\ J$$

El signo negativo del trabajo indica que lo realiza una fuerza externa en contra del campo.

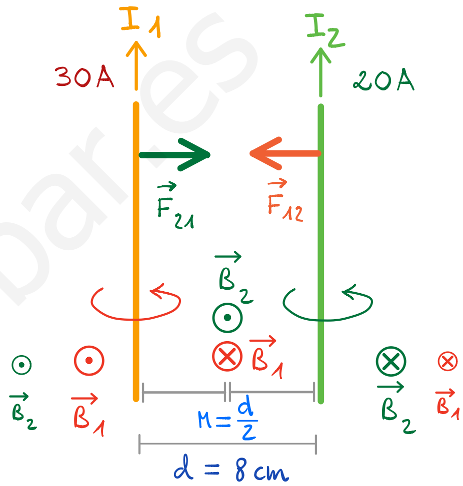
3. Dos **hilos conductores** muy largos, rectilíneos y paralelos, se disponen verticalmente separados $8\ cm$. Por el conductor situado a la izquierda circula una corriente de intensidad $30A$, y por el situado a la derecha, otra de $20A$, ambas hacia arriba.

   a. Dibuja un **esquema** y determina el **vector campo magnético** en el **punto medio** entre los dos conductores. (1 pt.)

   b. Calcula el **vector fuerza por unidad de longitud** ejercida sobre un **tercer conductor** vertical situado en el **punto medio** entre los dos conductores, por el que circula una corriente de $10\ A$ dirigida hacia abajo. (0,5 pt.)

Dato: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ TmA^{-1}$

a) $\boxed{B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}}$ Campo magnético conductor rectilíneo $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ TmA^{-1}$,



Calculemos la intensidad de campo magnético creado por cada corriente en M:

$$\vec{B}_{1M} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \frac{d}{2}} \cdot (-\vec{K}) = \frac{4\cancel{\pi} \cdot 10^{-7}\ TmA^{-1} \cdot 30A}{\cancel{2}\cancel{\pi} \cdot \frac{8 \cdot 10^{-2}\ m}{\cancel{2}}} \cdot (-\vec{K}) = -1,5 \cdot 10^{-4}\ \vec{K}\ T$$

$$\vec{B}_{2M} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \frac{d}{2}} \cdot (+\vec{K}) = \frac{4\cancel{\pi} \cdot 10^{-7}\ TmA^{-1} \cdot 20A}{\cancel{2}\cancel{\pi} \cdot \frac{8 \cdot 10^{-2}\ m}{\cancel{2}}} \cdot (+\vec{K}) = 10^{-4}\ \vec{K}\ T$$

El campo total:

$$\vec{B}_{TM} = \vec{B}_{1M} + \vec{B}_{2M} = -1,5 \cdot 10^{-4}\ \vec{K}\ T + 10^{-4}\ \vec{K}\ T$$

$$\vec{B}_{TM} = -0,5 \cdot 10^{-4}\ \vec{K}\ T = -5 \cdot 10^{-5}\ \vec{K}\ T$$

$F_{1\to 2} \Rightarrow \vec{\ell}_2 \times \vec{B}_1 \Rightarrow \vec{J} \times (-\vec{K}) = -\vec{\imath}$

$F_{1\to 2} \Rightarrow \vec{\ell}_1 \times \vec{B}_2 \Rightarrow \vec{J} \times \vec{K} = \vec{\imath}$

Los hilos se atraen

b) $\boxed{\vec{F}_m = I \cdot (\vec{\ell} \times \vec{B})}$ 1ª ley de Laplace

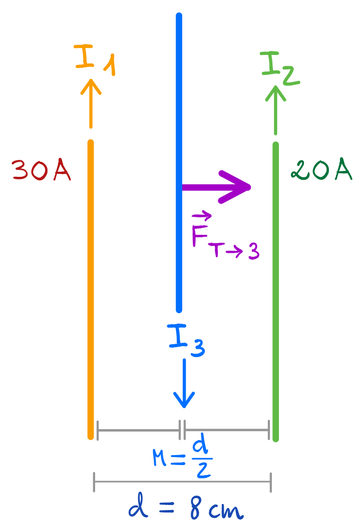
3er conductor: $I_3 = 10\ A$, $\vec{\ell}_3 = \ell_3 (-\vec{J})$, Ya hemos calculado el campo total $\vec{B}_{TM}$ en ese punto.

$\vec{F}_3 = I_3 \cdot (\vec{\ell}_3 \times \vec{B}_{TM})$, el vector es $(-\vec{J}) \times (-\vec{K}) = \vec{\imath}$

hacia la derecha (I_3 es más repelida por la corriente I_1, más fuerte)

En módulo: $\frac{F_3}{\ell_3} = I_3 \cdot B_{TM} = 10\ A \cdot 5 \cdot 10^{-5}\ T = 5 \cdot 10^{-4}\ \frac{N}{m}$

El vector es $5 \cdot 10^{-4}\ \frac{N}{m}\ \vec{\imath}$



4. La **elongación** (en metros) de los puntos de una **onda armónica** unidimensional es:

$$y\,(x,t) = 0{,}40 \cdot\ sen\ \left[\pi \cdot \left(100 \cdot t - 25 \cdot x\right)\right]$$

a. Calcula la **longitud de onda** y la **velocidad de propagación**. (0,5 pt.)

b. Calcula el **instante** en que $v = 40\pi\ \ m/s$ en un punto situado a $2m$ del foco emisor. (0,75 pt.)

c. ¿Cuál es la **distancia mínima** entre dos puntos en **oposición de fase**? **Justifica** la fórmula. (0,25 pt.)

a) $K = 25\pi\ m^{-1}$, $K = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{K} = \frac{2\cancel{\pi}}{25\cancel{\pi}} = 0{,}08\,m$

$\omega = 100\pi\ rad/s$, $V_p = \frac{\omega}{K} = \frac{100\cancel{\pi}}{25\cancel{\pi}} = 4\ m/s$

b) La velocidad de oscilación $v(x,t) = \frac{dy(x,t)}{dt} = 0{,}4 \cdot 100\pi \cdot \cos\,(100\pi t - 25\pi x)$

$v(x,t) = 40\pi \cdot \cos\,(100\pi t - 25\pi x)$

Vemos que $v = 40\pi\ m/s$ es la velocidad máxima. $x = 2\,m$

$\cancel{40\pi} = \cancel{40\pi} \cdot \cos\,(100\pi t - 25\pi \cdot 2)$

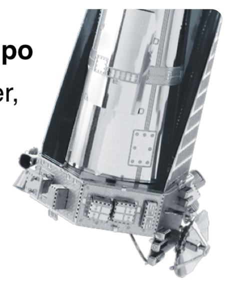
$\cos\,(100\pi t - 50\pi) = 1$, $\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0\ rad$ (1ª solución)

Luego $100\pi t - 50\pi = 0 \Rightarrow t = \frac{50\cancel{\pi}}{100\cancel{\pi}} = 0{,}5\,s$ (tiempo positivo válido)

c) Oposición de fase: $\Delta\varphi = (2n+1)\cdot\pi$, $n \in \mathbb{N} \Rightarrow K \cdot \Delta x = (2n+1)\cdot\pi$

$\Delta x = \frac{(2n+1)\cdot\pi}{K}$, esta distancia es mínima para $n = 0$

$n = 0 \Rightarrow \Delta x = \frac{\pi}{K} = \frac{\cancel{\pi}}{25\cancel{\pi}} = 0{,}04\,m$, que es precisamente $\frac{\lambda}{2}$



I. Deduce la relación que hay entre el **campo gravitatorio de La Tierra** g_0 y el **campo gravitatorio de un exoplaneta** P , descubierto por el telescopio espacial Kepler, cuyo radio es la tercera parte del terrestre y cuya masa es la mitad de la terrestre:

a. $g_P = \frac{3}{2} \cdot g_0$

b. $g_P = \frac{2}{9} \cdot g_0$ $g_0 = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2}$ (para la Tierra)

c. $g_P = \frac{9}{2} \cdot g_0$ (1 pt.)

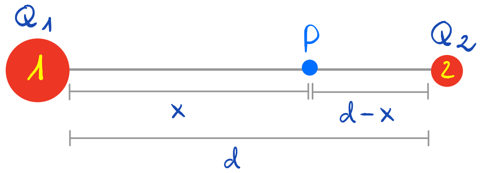
El campo del planeta P es $g_P = G \cdot \frac{M_P}{R_P^2} = G \cdot \frac{\frac{M_T}{2}}{\left(\frac{R_T}{3}\right)^2} = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2} \cdot \frac{9}{2} = \frac{9}{2} \cdot g_0$

La opción c) es verdadera.

II. ¿Puede ser **cero** en algún punto el **campo eléctrico total** producido por dos cargas puntuales Q_1 y Q_2, del mismo signo, de magnitud $Q_1 = 4 \cdot Q_2$ y separadas una distancia d? Si es así, indica a qué **distancia** x de la carga Q_1 se encontraría dicho punto. Demuéstralo analíticamente (con ecuaciones).

a. $x = \frac{2}{3} \cdot d$

b. $x = \frac{3}{4} \cdot d$



c. El campo eléctrico no se puede anular en esta situación. (1 pt.)

Podemos equilibrar el campo en un punto entre las cargas, cerca de la más débil.

$\cancel{K} \cdot \frac{Q_1}{x^2} = \cancel{K} \cdot \frac{Q_2}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{4 \cdot \cancel{Q_2}}{x^2} = \frac{\cancel{Q_2}}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{4}{x^2} = \frac{1}{(d-x)^2}$, tomamos raíces cuadradas.

$\frac{2}{x} = \frac{1}{d-x} \Rightarrow 2d - 2x = x \Rightarrow 2d = 3x \Rightarrow x = \frac{2}{3} \cdot d$ (lejos de la carga grande)

La opción a) es verdadera.

III. En el centro europeo de Física de altas energías (CERN) se identifica una **partícula** de carga $1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$ que se mueve en un campo magnético uniforme de valor $0{,}20\ T$, describiendo una circunferencia en un plano perpendicular a la dirección del campo magnético con un período de $3{,}2 \cdot 10^{-7}\ s$ y una velocidad de $3{,}8 \cdot 10^{6}\ m/s$. Calcula su **masa** y determina de qué partícula se trata. **Justifica** las ecuaciones que utilices.

a. Electrón de masa $9{,}1 \cdot 10^{-31}\ kg$

b. Protón de masa $1{,}6 \cdot 10^{-27}\ kg$

c. Quark "up" de masa $3{,}64 \cdot 10^{-30}\ kg$ (1 pt.)

Como $\vec{v} \perp \vec{B}$ se cumple $\boxed{F_m = F_c} \Rightarrow |q| \cdot \cancel{v} \cdot B = m \cdot \frac{v^{\cancel{2}}}{r}$

Se deduce la expresión de la masa:

$\boxed{m = \frac{r \cdot |q| \cdot B}{v}}$ Como $v = \omega \cdot r = \frac{2\pi r}{T}$

$m = \frac{\cancel{r} \cdot |q| \cdot B}{\frac{2\pi \cancel{r}}{T}} = \frac{T \cdot |q| \cdot B}{2\pi}$ (sobra el dato de la velocidad)

$m = \frac{3{,}2 \cdot 10^{-7} s \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} C \cdot 0{,}2\, T}{2\pi} \simeq 1{,}63 \cdot 10^{-27}\ kg$

La opción b) es verdadera.

IV. Un altavoz emite con una potencia de $40\ W$. Calcula a qué **distancia** del altavoz debemos situarnos para que la intensidad de la onda sonora sea de $1{,}41 \cdot 10^{-2}\ \frac{W}{m^2}$:

a. $5\ m$.

b. $10\ m$.

c. $15\ m$.

$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{P}{4\pi \cdot I}}$

$r = \sqrt{\frac{40\,W}{4 \cdot \pi \cdot 1{,}41 \cdot 10^{-2}\ W/m^2}} \simeq 15\ m$

(1 pt.)

La opción c) es verdadera.