EXAMEN DE DEPARTAMENTO DE FÍSICA **2º BACHILLERATO**

2ª EVALUACIÓN

Nombre:

Apellidos:

---

1. Dos isótopos de un elemento químico, cargados con doble carga negativa y con masas de $26{,}79 \cdot 10^{-26}$ kg y $30{,}14 \cdot 10^{-26}$ kg, respectivamente, se aceleran hasta una velocidad de $6{,}73 \cdot 10^5$ m/s. Seguidamente, entran en una región en la que existe un campo magnético uniforme de 0,75 T y perpendicular a la velocidad de los iones. **(2p)**
   a) Determina la relación entre los radios de las trayectorias que describen las partículas.
   b) Calcula la separación de los puntos de incidencia de los isótopos cuando han recorrido una semicircunferencia.
   Dato: valor absoluto de la carga del electrón $e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C.

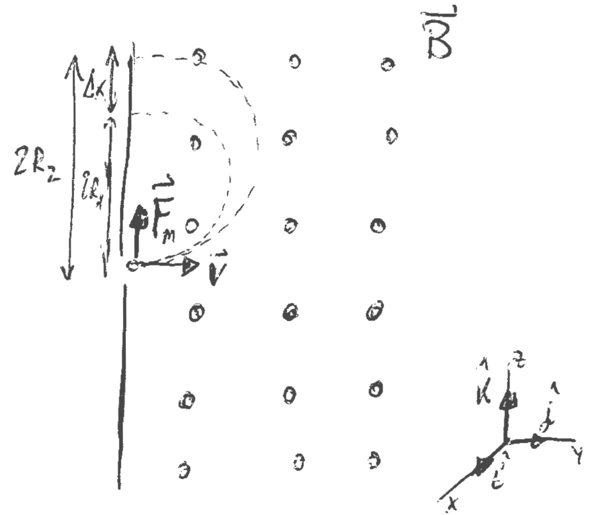
2. Dos conductores rectos y paralelos están separados por una distancia de 10 cm y están recorridos en el mismo sentido por sendas intensidades de la corriente eléctrica de 10 A y 20 A.
   a) ¿A qué distancia de los conductores se anula el campo magnético?
   b) ¿Qué fuerza sufrirá un electrón situado en el punto medio de ambos conductores, si viaja en la misma dirección y sentido que las corrientes a una celeridad de $3{,}2 \cdot 10^5$ m/s?
   Datos: valor absoluto de la carga del electrón $e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C;
   Permeabilidad magnética del vacío $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T·m·A^{-1}

3. La ecuación de una onda armónica, en unidades del SI, que se propaga por una cuerda es: $y\,(x\,,t) = 0{,}05 \cos\,[2\,\pi\,(4t - 2x)]$. **(2p)**
   a) Determina las magnitudes características de la onda (amplitud, frecuencia angular, número de onda, longitud de onda, frecuencia, periodo, velocidad de propagación)
   b) Deduce las expresiones generales de la velocidad y aceleración transversal de un elemento de la cuerda y sus valores máximos.
   c) Determina los valores de la elongación, velocidad y aceleración de un punto situado a 1 m del origen en el instante t = 3 s.
   d) Demuestra la doble periodicidad de la onda.

4. Una varilla conductora, de 20 cm de longitud y 10 Ω de resistencia eléctrica, se desplaza paralelamente a sí misma y sin rozamiento, con una velocidad de 5 cm/s, sobre un conductor en forma de U, de resistencia despreciable, situado en el interior de un campo magnético de 0,1 T. **(2p)**
   a) Calcula la fuerza magnética que actúa sobre los electrones de la barra y el campo eléctrico en su interior.
   b) Halla la fuerza electromotriz que aparece entre los extremos de la varilla
   c) Halla la intensidad de la corriente eléctrica que recorre el circuito y razona su sentido.
   d) ¿Qué fuerza externa hay que aplicar para mantener el movimiento de la varilla?

5. **(2p)**
   a) ¿Depende de la distancia el campo eléctrico creado por un hilo indefinido y uniformemente cargado?
   b) ¿Depende el flujo magnético a través de una esfera de la distancia a la que se encuentre el imán que lo produce?

1-



DATOS:

$m_1 = 26{,}79\cdot10^{-26}$ kg $\quad \boxed{q_1 = q_2 = -2e}$

$m_2 = 30{,}14\cdot10^{-26}$ kg

$\vec{B} = 0{,}75\,\hat{i}$ T

$\vec{v} = 6{,}73\cdot10^{5}\,\hat{j}$ m/s

La direcc. coincide con el diagrama (regla mano izq.)

$\vec{F}_m = -2evB \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} = 2evB\,\hat{k}$ N

a) Cuando una partícula cargada penetra en un campo uniforme sufre una fuerza determinada por la ley de Lorentz:

$$\boxed{\vec{F}_m = q(\vec{v}\times\vec{B})}$$

Al tratarse de una fuerza normal a la velocidad, sigue un MCU:

$$\vec{F}_m = \vec{F}_c \Rightarrow F_m = F_c \Rightarrow |q|vB\,\cancel{\text{sen}\,90°} = \frac{mv^2}{R}$$

Como radio es:

$$\boxed{R = \frac{mv}{|q|B}}$$

Comparando los radios de ambos isótopos.

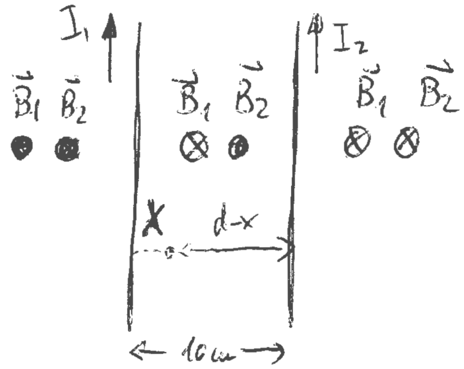
$$\boxed{\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 \cancel{v/2eB}}{m_2 \cancel{v/2eB}} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{26{,}79}{30{,}14} = \boxed{0{,}8889}} \quad \boxed{\frac{R_2}{R_1} = 1{,}125}$$

b) Como se puede ver en el diagrama, la partícula de mayor masa, describe una trayectoria de mayor radio, de forma que:

$$\Delta x = 2(R_2 - R_1) = \frac{2v}{2eB}(m_2 - m_1)$$

$$\boxed{\Delta x = \frac{\cancel{2}\cdot 6{,}73\cdot10^{5}}{\cancel{2}\cdot 1{,}602\cdot10^{-19}\cdot 0{,}75}(30{,}14-26{,}79)\cdot10^{-26} = 0{,}19 \text{ m}}$$

2-

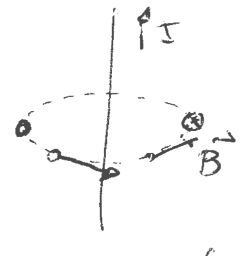


El campo magnético creado por un hilo rectilíneo e indefinido circulado por una intensidad de corriente continua; viene determinado por el Teorema de Ampère: $\left[\oint_c \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{enc}\right] \Rightarrow \boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}\hat{u}_t}$

$d = 10\,cm$

$I_1 = 10\,A$

$I_2 = 20\,A$



a) Aplicando el teorema de superposición de campos:

$$\boxed{\vec{B}_R = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0}} \Rightarrow \boxed{\vec{B}_1 = -\vec{B}_2}$$

$\vec{B}_1$ y $\vec{B}_2$ son opuestos
- → Misma dirección (⊥ al plano del papel)
- → Sentido contrario (región entre cables ver diagrama)
- → Mismo módulo

$B_1 = B_2$

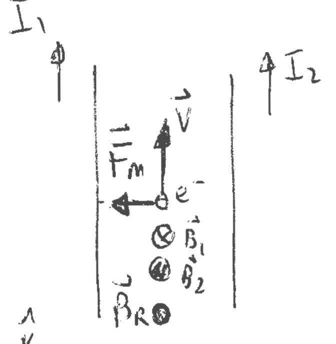
$$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi (d-x)}$$

$10(10-x) = 20x \Rightarrow 3x = 10$

$\boxed{x = \frac{10}{3} = 3{,}3\,cm}$

Se anula a 3,3 cm de I_1 y a 6,7 cm de I_2

b) En primer lugar calculamos el campo resultante:



$$\boxed{\vec{B}_R(d/2)} = \vec{B}_1(d/2) + \vec{B}_2(d/2) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi (d/2)}(-\hat{i}) + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi (d/2)}(\hat{i})$$

$$= \frac{\mu_0}{\pi d}(I_2 - I_1)\hat{i} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}}{\pi\cdot 0{,}1}(20-10)\hat{i} = 4\cdot 10^{-5}\hat{i}\,T$$

Ahora, aplicamos la ley de Lorentz:

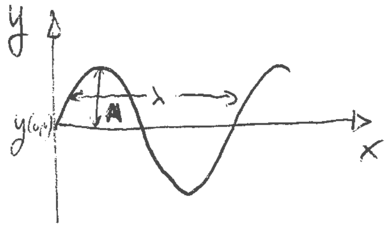
$\vec{v} = 3{,}2\cdot 10^5\,\hat{k}\,ms^{-1}$

$q_{e^-} = -e = -1{,}6\cdot 10^{-19}\,C$

$$\vec{F}_m = q(\vec{v}\times\vec{B}_R) = -evB_R \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} = -evB_R\hat{j}$$

$$\boxed{\vec{F}_m = -1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 3{,}2\cdot 10^5\cdot 4\cdot 10^{-5}\,\hat{j} = -2{,}05\cdot 10^{-18}\,\hat{j}\,N}$$

3-



La ecuación de una onda armónica

$$\boxed{y(x,t) = A\cos(\omega t \pm Kx + \varphi_0)}$$

Donde $A \equiv$ es la amplitud

$\omega \equiv \frac{2\pi}{T}$ pulsación

$K \equiv \frac{2\pi}{\lambda}$ número de ondas

$\varphi_0 =$ fase inicial

a) Por comparación

$\boxed{A = 0{,}05\ m}$ $\boxed{\omega = 8\pi\ rad/s}$ $\boxed{K = 4\pi\ m^{-1}}$

$\boxed{f = \frac{\omega}{2\pi} = 4\ Hz}$ $\boxed{\lambda = \frac{2\pi}{K} = 0{,}5\ m}$

$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega} = 0{,}25\ s}$

$$y(x,t) = 0{,}05\cos[2\pi(4t - 2x)]\ m = 0{,}05\cos(8\pi t - 4\pi x)\ m$$

$\boxed{v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 2\ m s^{-1}}$ Sentido $+OX$ (fase inicial nula $\varphi_0 = 0\ rad$)

b)

$$v(x,t) = \frac{dy}{dt} = -A\omega\ sen(\omega t - Kx) = -1{,}3\ sen(8\pi t - 4\pi x)\ m s^{-1}$$

El módulo de velocidad máxima se alcanza en la posic. de equilibrio

$\boxed{v_{máx} = A\omega = 0{,}05 \cdot 8\pi = 1{,}3\ m s^{-1}}$ Cuando el seno alcanza -1 ó 1

$$a(x,t) = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2\cos(\omega t - Kx) = -32\cos(8\pi t - 4\pi x)\ m s^{-2}$$

La acel. máxima se produce en los extremos de la oscilación

$\boxed{a_{máx} = A\omega^2 = 0{,}05 \cdot (8\pi)^2 = 32\ m s^{-2}}$ Cuando cos alcanza -1 ó 1

c) $x = 1\ m$, $t = 3\ s$ $\Rightarrow$

$$y(1,3) = 0{,}05\cos(24\pi - 4\pi) = 0{,}05\cos 20\pi = \boxed{0{,}05\ m}$$

$$v(1,3) = -1{,}3 \cdot sen\ 20\pi = \boxed{0\ m s^{-1}}$$

En el extremo positivo de la oscilación. Velocidad nula

$$a(1,3) = -32\cos 20\pi = \boxed{-32\ m s^{-2}}$$

El sentido de la acel. se opone al $\Delta\vec{r}$ (Ley Hooke)

d) Period. espacial

$$y(x,t) = y(x + n\lambda, t) \Rightarrow A\cos(8\pi t - 4\pi(x + n\lambda)) = A\cos(8\pi t - 4\pi x - 2n\pi) = A\cos(8\pi t - 4\pi x)$$

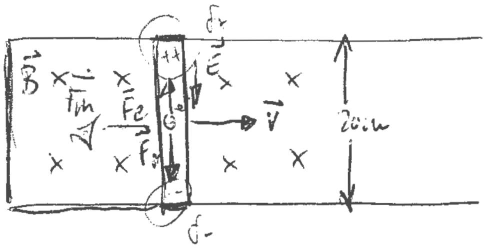
$\lambda = \frac{1}{2}\ m$

Period. temporal

$$y(x,t) = y(x, t + nT) \Rightarrow A\cos(8\pi(t + nT) - 4\pi x) = A\cos(8\pi t + 2n\pi - 4\pi x)$$

$T = \frac{1}{4}\ s$

4-



$l = 20\,cm$

$R = 10\,\Omega$

$\vec{V} = 5\hat{j}\,cm/s$

$\vec{B} = -0{,}1\,\hat{i}\,T$

a) Sobre cada electrón actúa la fuerza de Lorentz:

$$\boxed{\vec{F}_m = q(\vec{V}\times\vec{B})} \Rightarrow \vec{F}_m = -e\cdot v\cdot B\begin{vmatrix}\hat{i} & \hat{j} & \hat{k}\\ 0 & 1 & 0\\ -1 & 0 & 0\end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_m = -1{,}6\cdot10^{-19}\cdot5\cdot10^{-2}\cdot0{,}1\,\hat{k} \Leftarrow \boxed{\vec{F}_m = -evB\,\hat{k}\,N}$$

$$\boxed{\vec{F}_M = -8\cdot10^{-22}\,\hat{k}\,N}$$

Como consecuencia de la separación de cargas se origina un campo eléctrico en el interior del conductor que producirá un equilibrio de fuerzas:

$$\boxed{\vec{F}_e = -\vec{F}_M} \Rightarrow -e\vec{E} = -(-e)(\vec{v}\times\vec{B})$$

$$\vec{E} = -(\vec{v}\times\vec{B}) = -vB\,\hat{k}\,N/C$$

Módulo $\boxed{E = 5\cdot10^{-3}\,N/C}$ $\boxed{\vec{E} = -5\cdot10^{-2}\cdot0{,}1\,\hat{k} = -5\cdot10^{-3}\,\hat{k}\,N/C}$

b) Podemos calcular la F.E.M. inducida utilizando su definición:

$$\varepsilon = \int_C \vec{E}\cdot d\vec{l} = E\cdot l \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 5\cdot10^{-3}\cdot0{,}2 = 10^{-3}\,V}$$

Tb podemos usar la ley de Faraday-Lenz: $\boxed{\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}}$

El flujo magnético a través de la espira: $\Phi = \int_S \vec{B}\cdot d\vec{S} = B\,S(t)\cos 180° = -BS$

$x = vt$

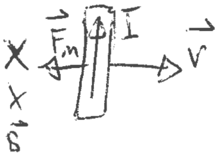
$S(t) = l\cdot x(t) = lvt \Rightarrow \boxed{\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = Blv = 10^{-3}\,V}$

Sentido antih.

c) Aplicando la ley de Ohm, la intensidad: $\boxed{\varepsilon = I\cdot R}$

$$\boxed{I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{10^{-3}}{10} = 10^{-4}\,A}$$

d) Sobre la varilla actúa una fuerza: (opuesta al mov).



$$\vec{F}_{ext} = I\cdot(\vec{l}\times\vec{B}) \qquad \vec{l} = l\,\hat{k}$$

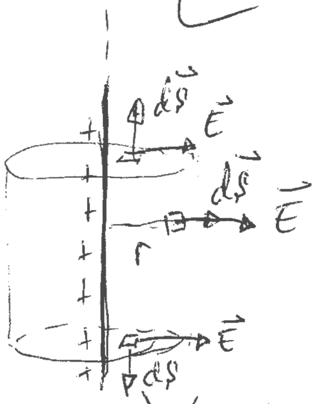
$$\boxed{\vec{F}_{ext} = 10^{-4}\cdot2\cdot10^{-1}\cdot0{,}1\begin{vmatrix}\hat{i} & \hat{j} & \hat{k}\\ 0 & 0 & 1\end{vmatrix} = -2\cdot10^{-6}\,\hat{j}\,N}$$

5-)

a) PARA CALCULAR EL CAMPO ELÉCTRICO CREADO POR UN HILO INDEFINIDO Y UNIFORMEMENTE CARGADO, UTILIZAMOS EL T^a DE GAUSS:

$$\boxed{\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}}$$

EL FLUJO ELÉCTRICO A TRAVÉS DE UNA SUPERFICIE CERRADA ES INDEPENDIENTE DE LA FORMA DE LA SUPERFICIE Y PROPORCIONAL A LA CARGA ENCERRADA POR ÉSTA.



λ (DENSIDAD LINEAL DE CARGA)

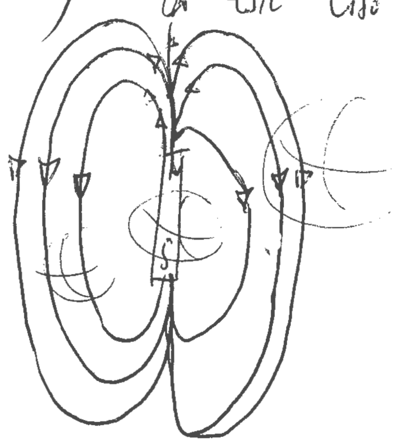
$$\Phi = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 2\int_{TAPAS} |\vec{E}||d\vec{S}| \cos 90^\circ + \int_{PLIEGO} |\vec{E}||d\vec{S}| \cos 0^\circ$$

$$= E \int_{PLIEGO} dS = E \cdot 2\pi r \cdot L$$

$$2\pi r\, E \cdot L = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0} \Rightarrow \boxed{E = \frac{Q_{enc}/L}{2\pi r \epsilon_0} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}}$$

DEPENDE DEL INVERSO DE LA DISTANCIA

b) EN ESTE CASO APLICAMOS EL T^a GAUSS AL CAMPO MAGNÉTICO



$$\Phi = \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

AL TRATARSE DE UNA SUPERFICIE CERRADA, EL FLUJO MAGNÉTICO A TRAVÉS DE ELLA SERÁ SIEMPRE NULO, YA QUE LAS LÍNEAS DE CAMPO SON CERRADAS ⇒ NO EXISTEN MONOPOLOS MAGNÉTICOS.