EXAMEN PARCIAL I DE FÍSICA **2º BACHILLERATO**

2ª EVALUACIÓN

Nombre:

Apellidos:

---

1. **(4p)**
   a) Enuncia y explica el Teorema de Gauss para el campo eléctrico.
   b) Mediante el Teorema de Gauss, deduce las expresiones para el campo eléctrico (analizando módulo, dirección y sentido) creado por:
      i. Una esfera conductora cargada con carga total – Q en su interior y en su exterior.
      ii. Un hilo rectilíneo e indefinido cargado con una densidad de carga lineal, λ.
      iii. Un plano infinito uniformemente cargado con una densidad de carga superficial, σ.

2. Un protón se mueve en una órbita circular, de 0,5 m de radio, perpendicular a un campo magnético uniforme de 0,75 T. **(4p)**
   a) Dibuja la fuerza que el campo ejerce sobre el protón y calcula la velocidad y el período de su movimiento.
   b) Repite el apartado anterior para el caso de un electrón y compara los resultados.
   c) Compara las energías cinéticas y momentos angulares de ambos.
   d) Si en un punto de la trayectoria queremos que las partículas comiencen a realizar un MRU, ¿qué campo eléctrico debemos aplicar a cada una de ellas?

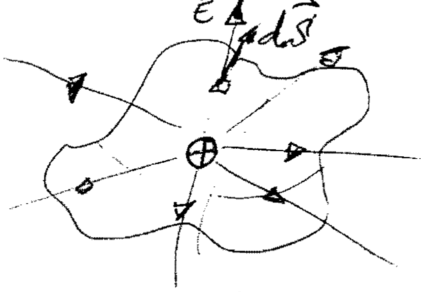
   Datos: Masas de protón y electrón $m_p = 1{,}7 \cdot 10^{-27}$ *kg ;* $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ *kg ;*
   valor absoluto de la carga del electrón $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ *C*

3. Una espira cuadrada de *4* cm^2 de superficie se encuentra en el plano XY. Si conduce una corriente eléctrica de *1 A* en sentido antihorario, razona qué fuerza sufrirá si: **(1p)**
   a) Se encuentra sumergida en un campo magnético uniforme de 0,5 T en la dirección de las Z positivas.

4. Aplícale el Teorema de Gauss al campo magnético terrestre y analiza sus consecuencias. **(1p)**

1-

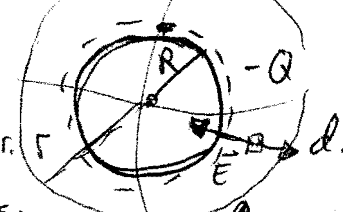
a) Tª GAUSS: EL FLUJO ELÉCTRICO A TRAVÉS DE UNA SUPERFICIE CERRADA ES PROPORCIONAL A LA CARGA NETA ENCERRADA EN DICHA SUPERFICIE E INDEPENDIENTE DE SU FORMA.



$$\boxed{\Phi = \oint_{S} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}}$$

EL FLUJO DA UNA MEDIDA DEL NÚMERO DE LÍNEAS DE CAMPO QUE ATRAVIESA UNA SUPERFICIE, POR ESO ES PROPORCIONAL A LA CANTIDAD DE GENERADORES DE LÍNEAS (CARGA NETA) ENCERRADA. CUALQUIER LÍNEA PRODUCIDA EN EL EXTERIOR DE LA SUPERFICIE, CAUSARÁ UN FLUJO NETO NULO (AL ENTRAR Y SALIR)

b) i)



LA GAUSSIANA ES UNA ESFERA

EN UN CONDUCT. CARGADO, TODA LA CARGA SE ACUMULA EN LA SUPERFICIE DEL CONDUCT.

ESFERA CONDUCTORA (EXTERIOR $r > R$):

UNIFORME PARA CADA dS

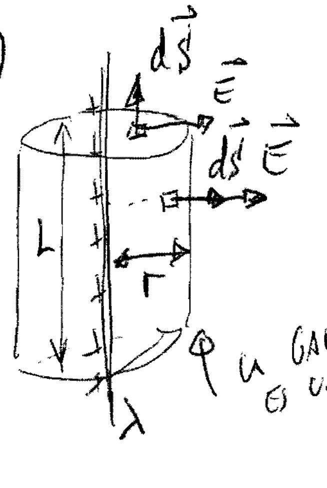
$$\Phi = \oint_{S} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \oint_{S} E\, dS \cdot \cos 180° = -E \underbrace{\oint_{S} dS}_{S_{esf}} = -E \cdot 4\pi r^2 = -Q/\epsilon_0$$

$$\boxed{\vec{E} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}\,\hat{u}_r} \Leftarrow \boxed{E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}}$$

EN EL INTERIOR, LA CARGA NETA ENCERRADA ES NULA:

$$\Phi = 0 \Rightarrow \boxed{\vec{E} = \vec{0}}$$

ii)



LA GAUSSIANA ES UN CILINDRO

$$\boxed{\lambda = Q/L}$$

DENSIDAD DE CARGA LINEAL

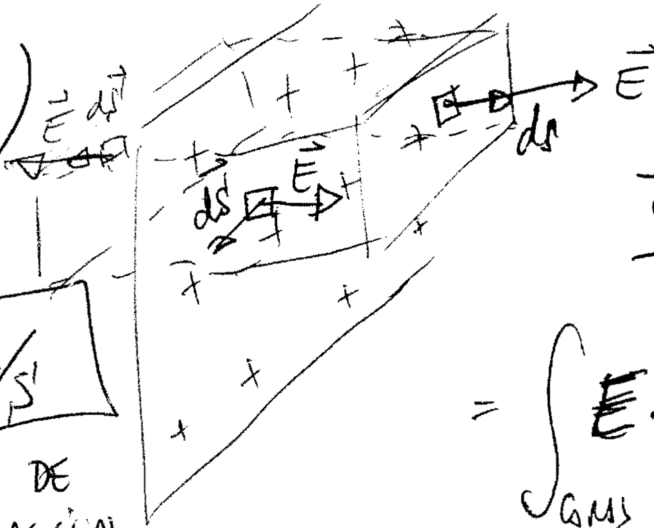
(EL FLUJO A TRAVÉS DE LAS TAPAS ES NULO)

$$\Phi = \oint_{S} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \cancel{2\int_{TAPA} E\, dS \cdot \cos 90°} + \int_{PLIEGO} E \cdot dS \cdot \cos 0$$

$$= E \cdot 2\pi r \cdot L = \frac{Q}{\epsilon_0} \qquad \boxed{\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}\,\hat{u}_r}$$

$$\boxed{E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r \cdot L} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}}$$

iii)



$$\boxed{\sigma = Q/S'}$$

DENSIDAD DE CARGA SUPERFICIAL

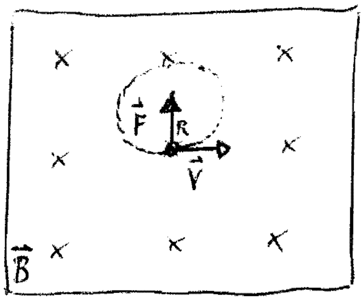
$$\Phi = \oint_S \vec{E}\cdot d\vec{s} =$$

$$= \int_{\text{CARAS LATERALES}} E\cdot dS\cdot \cancelto{0}{\cos 90°} + 2\int_{\text{TAPA}} E\cdot dS\cdot \cancelto{1}{\cos 0°}$$

$$= 2E\cdot S' = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow \boxed{E = \frac{Q}{2S'\epsilon_0} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}}$$

σ UNIFORME.

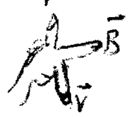
2-



a) La fuerza que sufre una partícula cargada en el seno de un campo magnético viene dada por la ley de Lorentz:

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

(Regla mano izquierda)



(G1) $R = 0{,}5\ m$

$B = 0{,}75\ T$

Al tratarse de una fuerza perpendicular a $\vec{V}$, causa un MCU:

$$\vec{F}_m = \vec{F}_c \Rightarrow F_m = F_c \Rightarrow |q|\cancel{V}B\sin 90° = \frac{mv^{\cancel{2}}}{R}$$

(G2) $R = 1\ m$

$B = 0{,}5\ T$

$q_p = e$

m_p

El radio de la trayectoria:

$$\boxed{R = \frac{mV}{|q|B}} \Rightarrow \boxed{V = \frac{e\cdot B\cdot R}{m_p}}$$

(G1) $$\boxed{V_p = \frac{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}75\cdot0{,}5}{1{,}7\cdot10^{-27}} = 3{,}53\cdot10^{7}\ m/s}$$

(G2) $$\boxed{V_p = \frac{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot1\cdot0{,}5}{1{,}7\cdot10^{-27}} = 4{,}71\cdot10^{7}\ m/s}$$

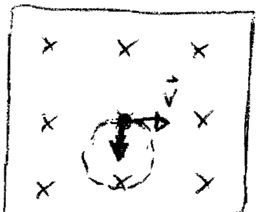
El periodo en un MCU (tiempo que tarda la partícula en completar 1 revolución):

$$\boxed{T = \frac{2\pi R}{V} = \frac{2\pi m\cancel{V}}{|q|B\cancel{V}} = \frac{2\pi m_p}{eB}}$$

(G1) $$T_p = \frac{2\pi\cdot1{,}7\cdot10^{-27}}{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}75} = 8{,}90\cdot10^{-8}\ s$$

(G2) $$T_p = \frac{2\pi\cdot1{,}7\cdot10^{-27}}{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}5} = 1{,}34\cdot10^{-7}\ s$$

b)



Al tratarse de un electrón ($q_e = -e$), se desvía en sentido contrario:

$$\boxed{\vec{F}_m = -e(\vec{V}\times\vec{B})}$$

$$T_e = \frac{2\pi\cdot9{,}1\cdot10^{-31}}{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}75} = 4{,}76\cdot10^{-11}\ s$$

El cálculo es similar pero con las del electrón $q = -e$; m_e

(G1) $$V_e = \frac{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}75\cdot0{,}5}{9{,}1\cdot10^{-31}} = 6{,}59\cdot10^{10}\ m/s$$

$>$ ¡¡ $C = 3\cdot10^{8}\ m/s$ el e^- no podría realizar este MCU !!

(G2) $$V_e = \frac{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot1\cdot0{,}5}{9{,}1\cdot10^{-31}} = 8{,}79\cdot10^{10}\ m/s$$

$$T_e = \frac{2\pi\cdot9{,}1\cdot10^{-31}}{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}5} = 7{,}15\cdot10^{-11}\ s$$

c)

$$\boxed{E_c = \frac{1}{2}mv^2}$$

$$\boxed{\vec{L} = \vec{r}\times\vec{p} \Rightarrow L = mrv\,\text{sen}\,\alpha}$$

Las expresiones de energía cinética y momento angular

$\boxed{G1 \text{ y } G2}$

$$E_{C_p} = \frac{1}{2} m_p v_p^2 = \frac{1}{2} m_p \left(\frac{e B R}{m_p}\right)^2$$

$$E_{C_e} = \frac{1}{2} m_e v_e^2 = \frac{1}{2} m_e \left(\frac{e B R}{m_e}\right)^2$$

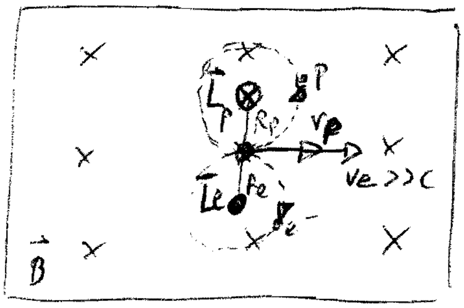
$$\boxed{\frac{E_{C_p}}{E_{C_e}} = \frac{\frac{\cancel{e^2 B^2 R^2}}{\cancel{2} m_p}}{\frac{\cancel{e^2 B^2 R^2}}{\cancel{2} m_e}} = \frac{m_e}{m_p}}$$

$$\frac{E_{C_p}}{E_{C_e}} = \frac{9{,}1\cdot 10^{-31}}{1{,}7\cdot 10^{-27}} = \underline{5{,}4\cdot 10^{-4}}$$

AUNQUE EL CÁLCULO CARECE DE SENTIDO POR LA VIOLACIÓN RELATIVISTA DEL e^-

EN CUANTO AL MOMENTO ANGULAR (DIRECC Y SENTIDO):

TB. ABIERT. (d)



$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

DIRECC. PERPENDICULAR A LA TRAYECTORIA Y SENTIDO (+) PARA e^- Y (−) PARA p^+.

$$L_p = m_p R v_p = m_p \left(\frac{m_p v_p}{e B}\right) v_p = \frac{m_p^2 v_p^2}{e B}$$

$$L_e = m_e R v_e = m_e \left(\frac{m_e v_e}{e B}\right) v_e = \frac{m_e^2 v_e^2}{e B}$$

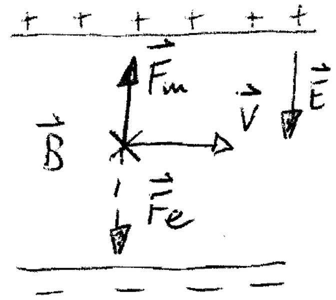
$$\Rightarrow \frac{L_p}{L_e} = \frac{m_p^2 v_p^2}{m_e^2 v_e^2} = \frac{p_p^2}{p_e^2}$$

AMBOS TIENEN EL MISMO $|\vec{L}|$.

$$\frac{L_p}{L_e} = \frac{m_p^2 \left(\frac{e B R}{m_p}\right)^2}{m_e^2 \left(\frac{e B R}{m_e}\right)^2} = \boxed{1}$$

d) UN MRU SE CARACTERIZA POR $\vec{R} = \vec{F}_e + \vec{F}_m = \vec{0}$ (1ª LEY NEWTON)

PROTÓN:

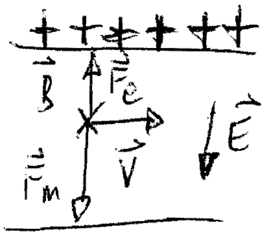


$$\vec{F}_e + \vec{F}_m = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_e = -\vec{F}_m \Rightarrow \boxed{F_e = F_m}$$

$$\cancel{q} E = \cancel{q} v B \cancel{\operatorname{sen} 90}$$

$$\boxed{E = v B}$$

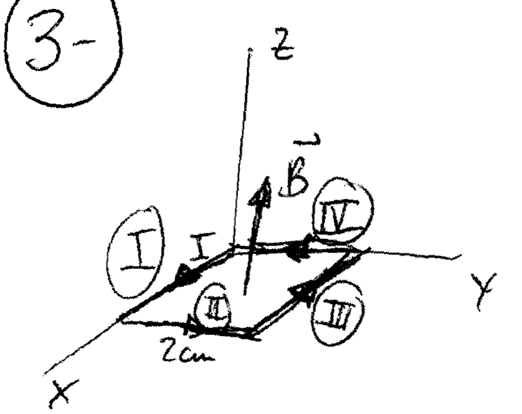
ELECTRÓN:



G1
PROTÓN $E = v_p B = 3{,}53\cdot 10^7 \cdot 0{,}75 = 2{,}65\cdot 10^7$ N/C
ELECT. $E = v_e B = 6{,}59\cdot 10^{10} \cdot 0{,}75 = 4{,}94\cdot 10^{10}$ N/C

G2
PROTÓN $E = v_p B = 4{,}71\cdot 10^7 \cdot 0{,}5 = 2{,}36\cdot 10^7$ N/C
ELECT. $E = v_e B = 8{,}79\cdot 10^{10} \cdot 0{,}5 = 4{,}40\cdot 10^{10}$ N/C

3-



PARA UNA CORRIENTE LINEAL SUMERGID
EN UN CAMPO UNIFORME, LA FUERZA MAGNÉT
ES:

$$\boxed{\vec{F} = I\left(\vec{l} \times \vec{B}\right)}$$

DIVIDIMOS EN CADA TRAMO:

$\vec{B} = 0{,}5\,\hat{k}\ T$

$I = 1A$

$\vec{l}_I = 2\cdot 10^{-2}\,\hat{i}\ m$

$\vec{l}_{II} = 2\cdot 10^{-2}\,\hat{j}\ m$

$\vec{l}_{III} = -2\cdot 10^{-2}\,\hat{i}\ m$

$\vec{l}_{IV} = -2\cdot 10^{-2}\,\hat{j}\ m$

I $\quad \vec{F}_I = 1\cdot\left(2\cdot 10^{-2}\,\hat{i} \times 0{,}5\,\hat{k}\right) = -10^{-2}\,\hat{j}\ N$

II $\quad \vec{F}_{II} = 1\cdot\left(2\cdot 10^{-2}\,\hat{j} \times 0{,}5\,\hat{k}\right) = 10^{-2}\,\hat{i}\ N$

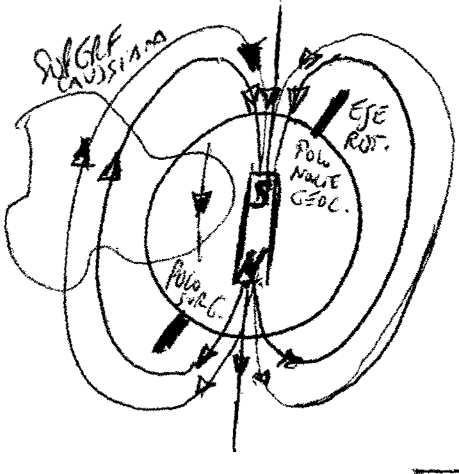
III $\quad \vec{F}_{III} = 1\cdot\left(-2\cdot 10^{-2}\,\hat{i} \times 0{,}5\,\hat{k}\right) = 10^{-2}\,\hat{j}\ N$

IV $\quad \vec{F}_{IV} = 1\cdot\left(-2\cdot 10^{-2}\,\hat{j} \times 0{,}5\,\hat{k}\right) = -10^{-2}\,\hat{i}\ N$

$$\vec{R} = \vec{F}_I + \vec{F}_{II} + \vec{F}_{III} + \vec{F}_{IV} = \vec{0}$$

4-

LA TIERRA SE COMPORTA COMO UN GRAN IMÁN DE BARRA, ORIENTADO SEGÚN LA FIGURA:



DE ACUERDO CON EL Tª DE GAUSS, EL FLUJO MAGNÉTICO QUE ATRAVIESA UNA SUPERFICIE CERRADA SERÁ NULO, YA QUE TODAS LAS LÍNEAS ENTRARÁN Y SALDRÁN DE CUALQUIER SUPERFICIE DEBIDO A LA INEXISTENCIA DE MONOPOLOS MAGNÉTICOS.

$$\boxed{\Phi_m = \oint_S \vec{B}\cdot d\vec{S} = 0} \Rightarrow$$

- LÍNEAS DE CAMPO CERRADAS
- NO EXISTE MONOPOLO MAGN.

- NO SE PUEDE APLICAR EL Tª DE GAUSS PARA CALCULAR CAMPOS $\vec{B}$.