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

1ª EVALUACIÓN

Nombre:
Apellidos:

1. Galileo observó las lunas de Júpiter en 1610. Descubrió que Io, el satélite más cercano a Júpiter que pudo observar en su época, poseía un período orbital de 1,8 días y el radio de su órbita era aproximadamente tres veces el diámetro de Júpiter. Así mismo, encontró que el período orbital de Calixto (la cuarta luna más alejada de Júpiter) era de 16,7 días. Con estos datos, suponiendo órbitas circulares y sabiendo que el radio de Júpiter es de 71500 km, calcula: **(2p)**
   a) La masa de Júpiter.
   b) El radio de la órbita de Calixto.

   Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$.

2. Una carga puntual produce, a distancia r, un potencial eléctrico de 10 V y un campo de módulo E: **(2p)**
   a) ¿Cuánto vale el potencial en otro punto en el que el campo es E/4?
   b) Si en ese punto colocamos una carga puntual con el doble de valor que la anterior, ¿a qué distancia de la carga original se anulará el campo eléctrico resultante? ¿Y el potencial?

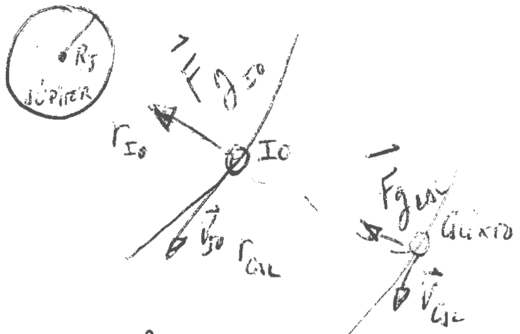
3. Un electrón que tiene una energía cinética de 100 eV recorre sin desviarse de su trayectoria una distancia de 10 cm en la que existe un campo eléctrico uniforme. Si la velocidad del electrón a la salida del campo eléctrico es igual a la mitad de la velocidad con la que accede al campo, calcula: **(2p)**
   a) La velocidad inicial del electrón.
   b) La variación que experimenta su energía cinética expresada en eV.
   c) La expresión vectorial del campo eléctrico atravesado.
   d) Si se lanza otro electrón con la misma celeridad, pero en dirección perpendicular al campo, ¿Qué distancia mínima habrá recorrido después de 2 ms?

Nota: 1 electrón-voltio (eV) es la energía cinética que recibe un electrón al someterse a una diferencia de potencial de 1 voltio.
Datos: Constante dieléctrica del vacío, $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ N^{-1}\ m^{-2}\ C^2$*; Valor absoluto de la carga del electrón,* $e = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ C$*; masa del electrón* $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31} kg$.

4. Las líneas de campo permiten representar gráficamente un campo. Responde de forma razonada a las siguientes cuestiones: **(2p)**
   a) ¿Se mantiene constante el valor del campo sobre estas estas líneas?
   b) ¿Se pueden cruzar dos líneas?
   c) ¿Qué relación tienen con las superficies equipotenciales?
   d) Representa las líneas de campo y las superficies equipotenciales de un dipolo eléctrico.

5. El radio de un planeta es la tercera parte del radio terrestre y su masa la mitad. Compara**,** en función de los correspondientes valores terrestres: **(2p)**
   a) El valor de la gravedad en su superficie.
   b) La velocidad de escape del planeta.
   c) La densidad del planeta.
   d) La altura a la que llegaría un objeto lanzado desde la superficie con una velocidad inicial igual a la mitad de la velocidad de escape.

1-



DATOS:

$T_{Io} = 1{,}8\,d \cdot \frac{86400\,s}{1\,d} = 1{,}56 \cdot 10^5\,s$

$r_{Io} = 3\,d_J = 6\,R_J$

$T_{Cal} = 16{,}7\,d$

$R_J = 71500\,km = 7{,}15 \cdot 10^7\,m$

a) De acuerdo con la 3ª ley de Kepler:

$$\boxed{T^2 = K \cdot r^3}$$

El cuadrado del periodo orbital de un satélite es proporcional al cubo de su distancia hasta el planeta.

Asumiendo que se trata de MCU,

$$\boxed{T = \frac{2\pi r}{v}} \longrightarrow \boxed{T_{Io}^2 = \frac{4\pi^2}{G M_J} r_{Io}^3}$$

$$\vec{F}_g = \vec{F}_c \Rightarrow |\vec{F}_g| = |\vec{F}_c| \Rightarrow \frac{G M_J \cancel{m_{Io}}}{r_{Io}^{\cancel{2}}} = \frac{\cancel{m_{Io}} v_{Io}^2}{\cancel{r_{Io}}} \Rightarrow \boxed{v_{Io} = \sqrt{\frac{G M_J}{r_{Io}}}}$$

Despejando la masa (y conociendo que $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\,N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$)

$$M_J = \frac{4\pi^2}{G} \cdot \frac{r_{Io}^3}{T_{Io}^2} = \frac{4\pi^2}{G} \frac{(6 R_J)^3}{T_{Io}^2}$$

$$\boxed{M_J = \frac{4\pi^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11}} \cdot \frac{(6 \cdot 7{,}15 \cdot 10^7)^3}{(1{,}56 \cdot 10^5)^2} = 1{,}92 \cdot 10^{27}\,kg}$$

b) Si comparamos la 3ª ley de Kepler para ambos satélites:

$$\left(\frac{T_{Cal}}{T_{Io}}\right)^2 = \frac{\cancel{K}}{\cancel{K}} \left(\frac{r_{Cal}}{r_{Io}}\right)^3 \Rightarrow r_{Cal} = \sqrt[3]{\left(\frac{T_{Cal}}{T_{Io}}\right)^2} \cdot r_{Io}$$

$$\boxed{r_{Cal} = \sqrt[3]{\left(\frac{16{,}7}{1{,}8}\right)^2} \cdot 6 \cdot 7{,}15 \cdot 10^7 = 1{,}89 \cdot 10^9\,m}$$

¡¡Casi 2 millones de km!!

2-

a) EL CAMPO ELÉCTRICO PRODUCIDO POR UNA CARGA PUNTUAL:

$$\boxed{\vec{E} = \underbrace{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}}_{K} \cdot \frac{q}{r^2}\,\hat{u}_r}$$

Y SU POTENCIAL

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,\frac{q}{r}}$$

ASÍ QUE:

$$\left.\begin{aligned} E(r) &= \frac{Kq}{r^2} = V/r \\ V(r) &= \frac{Kq}{r} = 10\,V \end{aligned}\right\}$$

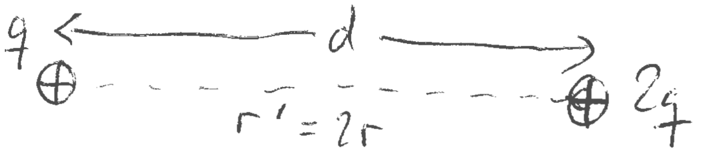
$$E'(r') = \frac{Kq}{r'^2} = \frac{E}{4} = \frac{1}{4}\,\frac{Kq}{r^2}$$

$$\boxed{r' = 2r}$$

$$\boxed{V'(r') = \frac{Kq}{r'} = \frac{Kq}{2r} = \frac{V(r)}{2} = 5V}$$

SI LA INTENSIDAD DEL CAMPO DISMINUYE 4 VECES, EL POTENCIAL DISMINUYE LA MITAD.

b)



APLICANDO EL TEOREMA DE SUPERPOSICIÓN: $\vec{E}_R = \vec{E}_q + \vec{E}_{2q} = \vec{0}$

$$\boxed{\vec{E}_q = -\vec{E}_{2q}}$$

DEBEN SER VECTORES OPUESTOS.

$$|\vec{E}_q| = |\vec{E}_{2q}|$$

$$\frac{\cancel{K}\cancel{q}}{x^2} = \frac{2\cancel{K}\cancel{q}}{(1-x)^2}$$

$$x^2 + 2x - 1 = 0$$

$$x = \frac{-2 \pm \sqrt{4+4}}{2} = \frac{-2 \pm 2\sqrt{2}}{2} = -1 + \sqrt{2}$$

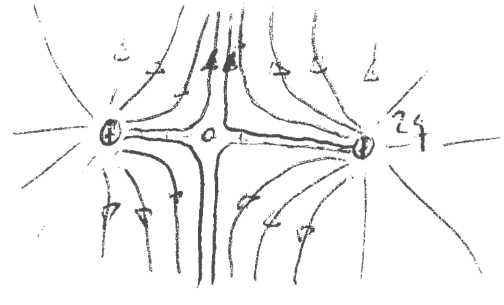
LA OTRA SOLUC. NO ES VÁLIDA

$$\boxed{x = 0{,}41\,d}$$

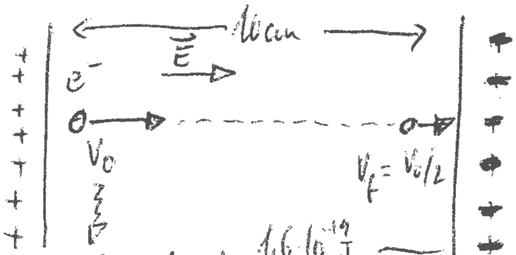
SE ANULA EN UN PUNTO SITUADO A 0,41 VECES LA DISTANCIA ENTRE AMBAS CARGAS, DESDE LA 1ª CARGA (q)

EN CUANTO A LOS POTENCIALES, NO SE PODRÁN ANULAR EN NINGÚN PUNTO, YA QUE AL SER CREADOS POR CARGAS POSITIVAS:

$$\boxed{V_R = V_q + V_{2q} > 0}$$



3-



$E_{c_0} = 100\,eV \cdot \frac{1{,}6\cdot 10^{-19}\,J}{1\,eV} = 1{,}6\cdot 10^{-17}\,J$

a) LA DIFERENCIA DE POTENCIAL:

$$\Delta V = \frac{\Delta E_p}{q}$$ DE LA DEFINICIÓN DADA:

$$\left[1{,}6\cdot 10^{-19}\,J = 1\,V \cdot e\,C = 1\,eV\right]$$

$\Rightarrow$ $\frac{1}{2} m_e v_0^2 = 1{,}6\cdot 10^{-17} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-17}}{9{,}1\cdot 10^{-31}}} = 5{,}93\cdot 10^{6}\,m/s$

b) AL ACTUAR EL CAMPO ELÉCTRICO, QUE ES CONSERVATIVO, LA ENERGÍA MECÁNICA SE CONSERVA EN EL PROCESO:

$$\boxed{\Delta E_m = 0} \Rightarrow \Delta E_c = -\Delta E_p = -(-e)\Delta V$$

$$\Delta E_c = E_{c_f} - E_{c_0} = \frac{1}{2} m\left(v_f^2 - v_0^2\right) =$$

$$= \frac{1}{2} m\left(\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 - v_0^2\right) = -\frac{3}{4}\left[\frac{1}{2} m v_0^2\right]$$

$$\boxed{\Delta E_c = -\frac{3}{4} E_{c_0} = -75\,eV}$$

c)

$$V_A - V_B = \int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{r} = E\int_A^B dr \cdot \cos 0 = E\cdot d$$

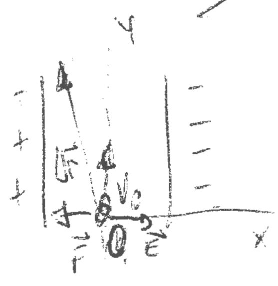
AL TRATARSE DE UN CAMPO UNIFORME

$$\Delta V = \frac{\Delta E_c}{e} = \frac{-75\,eV}{e} = -75\,V \Rightarrow E = -\frac{\Delta V}{d}$$

$$\boxed{\vec{E} = 750\,\hat{i}\ N/C \text{ ó } V/m} \Leftarrow E = -\frac{-75}{0{,}1} = 750\,N/C$$

EN EL SR. DEL DIAGRAMA

d) EL ELECTRÓN SUFRIRÁ UNA FUERZA ELÉCTRICA: $\vec{F} = -e\vec{E}$



$t = 2\,ms = 2\cdot 10^{-3}\,s$

$\vec{v}_0 = 5{,}93\cdot 10^{6}\,\hat{j}\ ms^{-1}$ $\boxed{|\Delta\vec{r}| = 2{,}64\cdot 10^{8}\,m}$ DE ACUERDO CON LA LEY DE NEWTON $\vec{F} = m\vec{a}$

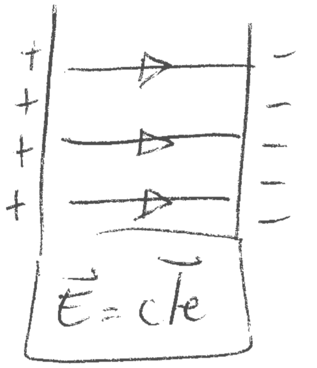
$$\vec{a} = -\frac{e}{m_e}\vec{E} = -\frac{1{,}6\cdot 10^{-19}}{9{,}1\cdot 10^{-31}}\cdot 750\,\hat{i}\ ms^{-2}$$

$$\vec{r}(t) = (v_0\cdot t)\,\hat{j} + \frac{1}{2} a t^2\,\hat{i} = \left[-6{,}59\cdot 10^{13}\,t^2\,\hat{i} + 5{,}93\cdot 10^{6}\,t\,\hat{j}\right] m$$

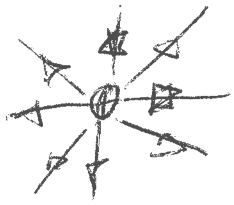
$$\Delta\vec{r} = \vec{r}(2\cdot 10^{-3}) - \cancel{\vec{r}(0)}^{(0,0)} = \left(-2{,}64\cdot 10^{8}\,\hat{i} + 1{,}19\cdot 10^{4}\,\hat{j}\right) m$$

4-

a) DEPENDE DE LA FUENTE QUE PRODUZCA EL CAMPO.

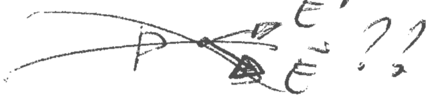


EN GENERAL, NO

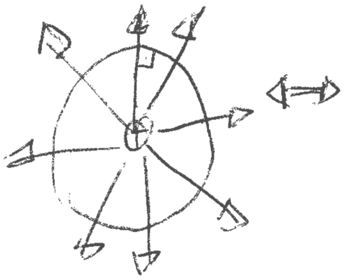


$$\vec{E} = \frac{kq}{r^2}\,\hat{u}_r$$

b) NO, YA QUE EN ESE CAMPO INDICARÍAN DOS VECTORES CAMPO (QUE SON TANGENTES A LAS LÍNEAS) PARA UN MISMO PUNTO.

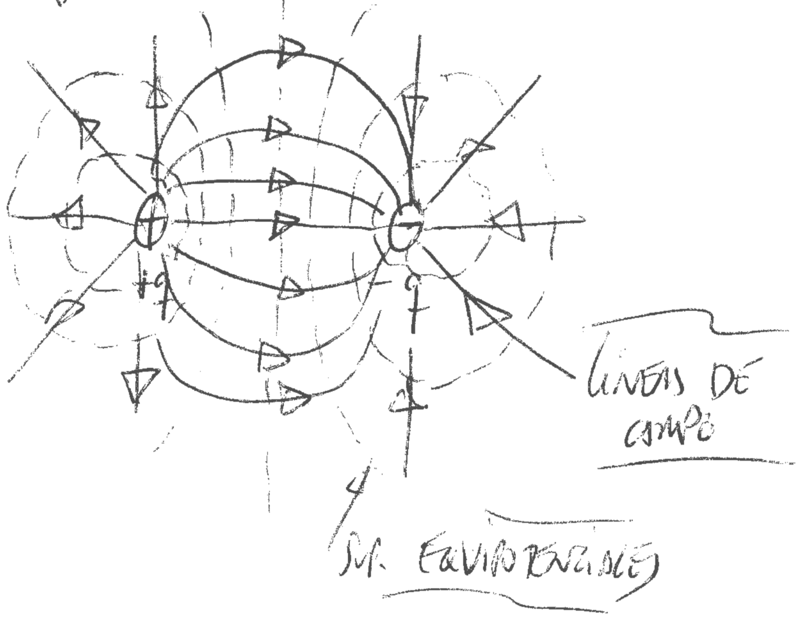


c) LAS SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES SON SIEMPRE PERPENDICULARES A LOS VECTORES CAMPO ELÉCTRICO.



$$\iff \boxed{\vec{E} = -\vec{\nabla} \cdot V}$$

d)



5-

$R = \frac{1}{3} R_T$

$M = \frac{1}{2} M_T$

a) La intensidad de campo gravitatorio:

$$\boxed{\vec{g} = -\frac{GM}{r^2}\,\hat{u}_r}$$

$$g_{0T} = \frac{GM_T}{R_T^2}$$

$$\boxed{g = \frac{GM}{R^2} = \frac{G\frac{1}{2}M_T}{\left(\frac{1}{3}R_T\right)^2} = \frac{9}{2}\,\frac{GM_T}{R_T^2} = \frac{9}{2}\,g_{0T}}$$

b) La velocidad de escape es la velocidad necesaria para escapar del campo gravitatorio:

Desde la superficie terrestre

$$\frac{1}{2}\cancel{m}\,v_{esc}^2 - \frac{GM_T\cancel{m}}{R_T} = 0 \Rightarrow \boxed{v_{esc_T} = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}}$$

$$\boxed{v_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2G\cdot\frac{1}{2}M_T}{\frac{1}{3}R_T}} = \sqrt{\frac{3}{2}}\,\sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}} = \sqrt{\frac{3}{2}}\,v_{esc_T}}$$

c) La densidad, suponiendo que el planeta es esférico:

Para la Tierra:

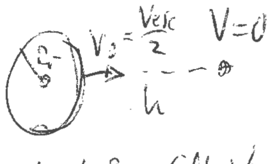
$$\rho_T = \frac{M_T}{V_T} = \frac{3}{4}\,\frac{M_T}{\pi R_T^3}$$

$$\boxed{\rho = \frac{3}{4}\,\frac{M}{\pi R^3} = \frac{3}{4}\,\frac{\frac{1}{2}M_T}{\pi\left(\frac{1}{3}R_T\right)^3} = \frac{27}{2}\,\frac{3}{4}\,\frac{M_T}{\pi R_T^3} = \frac{27}{2}\,\rho_T}$$

d) En los lanzamientos verticales se conserva Em.

$r = R_T + h$

Para la Tierra



$$Em_0 = Em_f \xrightarrow{\text{Tierra}} \frac{1}{2}\cancel{m}v_0^2 - \frac{GM_T\cancel{m}}{R} = -\frac{GM_T\cancel{m}}{r}$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}\right)^2 - \frac{GM_T}{R_T} = -\frac{GM_T}{r}$$

$$\left(\frac{1}{4} - 1\right)\frac{\cancel{GM_T}}{R_T} = -\frac{\cancel{GM_T}}{r} \Rightarrow \boxed{r = \frac{4}{3}R_T} \Rightarrow h = \frac{4}{3}R_T - R_T;\ \boxed{h = \frac{1}{3}R_T}$$

El proceso es semejante en el planeta

$$h' = \frac{1}{3}R = \frac{1}{3}\left(\frac{1}{3}R_T\right) = \frac{1}{9}R_T \qquad \boxed{h' = \frac{1}{3}h}$$