EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

LOMCE – JULIO 2020

FÍSICA

INDICACIONES

- **El alumno debe realizar un total de cuatro ejercicios, sin poder elegir dos ejercicios de un mismo bloque.** En caso de realizar dos ejercicios de un mismo bloque se corregirá de esos dos el que aparezca resuelto en primer lugar, sin tener en cuenta el que aparezca a continuación.
- Los dispositivos que puedan conectarse a internet, o que puedan recibir o emitir información, deben estar apagados durante la celebración del examen.

CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0\ 10^8$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9.0\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C
Radio de la Tierra	$R_T = 6370$ km	Masa de la Tierra	$M_T = 5.97{\cdot}10^{24}$ kg

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

Bloque 1

Ejercicio 1. [2,5 PUNTOS] Escribir la ecuación de onda de una onda armónica transversal que se propaga hacia la derecha, si tiene 6 cm de amplitud, una velocidad de propagación de 40 m/s y una frecuencia 2 Hz, teniendo en cuenta que en el momento inicial la elongación en x = 0 es 3 cm.

a) [1 PUNTO] Escribir la ecuación de onda.
b) [0,5 PUNTOS] Obtener la longitud de onda.
c) [1 PUNTO] Distancia entre dos puntos con una diferencia de fase de $\pi/2$ radianes.

Ejercicio 2. [2,5 PUNTOS] El nivel de intensidad sonora a una distancia de 10 m de una fuente sonora puntual, es 70 dB. Sabiendo que la intensidad umbral es $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2, determinar:

a) [0,5 PUNTOS] La intensidad sonora en ese punto.
b) [1 PUNTO] La potencia del sonido emitido por la fuente.
c) [1 PUNTO] ¿Cuánto deberíamos alejarnos para reducir a 35 dB el nivel de intensidad?

Bloque 2

Ejercicio 3. [2,5 PUNTOS] Una lámina de caras planas y paralelas, de 4 cm de espesor tiene un índice de refracción 1.5 se encuentra en el aire, de índice de refracción 1.0. Un rayo de luz monocromática de frecuencia $4{\cdot}10^{14}$ Hz incide desde el aire en la lámina con un ángulo de 30 º. Determinar:

a) [1 PUNTO] Las longitudes de onda del rayo en el aire y en el vidrio.
b) [1 PUNTO] El ángulo de refracción en la lámina con un dibujo aclarativo.
c) [0,5 PUNTOS] La desviación espacial que sufre el rayo al salir de la lámina.

Ejercicio 4. [2,5 PUNTOS] Una lente convergente delgada tiene una distancia focal de 30 cm (en valor absoluto). Determina la posición, tamaño y naturaleza de la imagen que se obtiene de un objeto de altura 6 cm que se sitúa 20 cm a la izquierda de la lente.

a) [1 PUNTO] Mediante trazado de rayos.
b) [1,5 PUNTOS] Cuantitativamente.

Bloque 3

Ejercicio 5. [2,5 PUNTOS] Determinar para un satélite artificial de masa 200 kg que rodea la Tierra en una órbita circular de periodo $8.40 \cdot 10^3$ s.

a) [1 PUNTO] El radio de la órbita, así como el valor de la velocidad orbital.

b) [1 PUNTO] Las energías mecánica, cinética y potencial del satélite en esa órbita.

c) [0,5 PUNTOS] El trabajo que se requiere para poner el satélite en esa órbita.

Ejercicio 6. [2,5 PUNTOS] Dos masas de 10 kg se hallan situadas en los puntos (5, 0) y (0, 5) respectivamente. Nota: todas las distancias expresadas en metros.

a) [1 PUNTO] Calcula y representa la fuerza que experimenta una masa de 5 kg, situada en el punto (0, 0).

b) [1,5 PUNTOS] Calcula el trabajo necesario para llevar una masa de 5 kg desde el punto (0, 0) al punto (0, 10).

Bloque 4

Ejercicio 7. [2,5 PUNTOS] Dos cargas eléctricas puntuales de valor 2 μC y –2 μC se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (–6, 0) y (6, 0), respectivamente, estando todas las distancias expresadas en metros.

a) [1,5 PUNTOS] Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo y la fuerza que experimenta una carga puntual de –1μC en en el punto (0, 8).

b) [1 PUNTO] Obtener el trabajo realizado por el campo sobre una carga –1μC cuando se desplaza desde el punto (0, 8) hasta el infinito.

Ejercicio 8. [2,5 PUNTOS] Una carga eléctrica puntual de valor 3 μC se encuentra situada en el punto (0, 0), estando todas las posiciones expresadas en metros.

a) [1 PUNTO] Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo en los puntos A (4, 4) y B (6, 0).

b) [1 PUNTO] Obtener el potencial en los puntos A y B.

c) [0,5 PUNTOS] ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre una carga 5μC cuando se desplaza desde el punto A hasta el punto B ?

Bloque 5

Ejercicio 9. [2,5 PUNTOS] Se ilumina un metal con una luz incidente de frecuencia $6.50 \cdot 10^{14}$ Hz, si la energía cinética máxima de salida es $14 \cdot 10^{-20}$ J. Obtener:

a) [1 PUNTO] El trabajo de extracción y la frecuencia umbral.

b) [1 PUNTO] La velocidad máxima de salida de los electrones.

c) [0,5 PUNTOS] Potencial de frenado.

Ejercicio 10. [2,5 PUNTOS] De los 200 g iniciales de una muestra radiactiva al cabo de 30 días, se han desintegrado el 40 % de los núcleos. Determinar:

a) [1,5 PUNTOS] La constante de desintegración radiactiva y el período de semidesintegración de la muestra.

b) [1 PUNTO] La masa que quedará de la sustancia radiactiva transcurridos 90 días.

Bloque 1

Ejercicio 1. [2,5 PUNTOS] Escribir la ecuación de onda de una onda armónica transversal que se propaga hacia la derecha, si tiene 6 cm de amplitud, una velocidad de propagación de 40 m/s y una frecuencia de 2 Hz, teniendo en cuenta que en el momento inicial la elongación en x = 0 es 3 cm.

a) **(1 p)** Escribir la ecuación de onda.
b) **(0,5 p)** Obtener la longitud de onda.

Por el enunciado sabemos:

$$f = 2\ Hz; \qquad A = 6\ cm = 0,06\ m\ ; \qquad v_p\ = 40\ m/s$$

$$v_p = \lambda\ .\ f \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{v_p}{f} = \frac{40}{2} = 20\ m$$

La ecuación general de una onda armónica que se desplaza en el sentido positivo del eje X:

$$y\ (x;t) = A\ .\ sen\ (\omega\ .\ t - k\ .\ x\ +\ \varphi_0) = A\ .\ sen\ \left(2\pi f\ .\ t - \frac{2\pi}{\lambda}\ .\ x +\ \varphi_0\right)$$

Por lo tanto:

$$y\ (x;t) = 0,06\ .\ sen\ \left(2\pi\ .2\ .\ t - \frac{2\pi}{20}\ .\ x +\ \varphi_0\right) =\ 0,06\ .\ sen\ (4\pi\ .\ t\ - 0,1\pi\ .\ x +\ \varphi_0)\ \ (m;s)$$

Para establecer el valor de φ_0, sabemos:

$$y\ (x = 0; t = 0) = 0,03\ m \quad \Rightarrow \quad 0,03 = 0,06\ .\ sen\ (\varphi_0) \quad \Rightarrow\ sen\ (\varphi_0) = 0,5 \quad \Rightarrow \quad \varphi_0 = \begin{cases} \dfrac{\pi}{6}\ rad \\ \dfrac{5\pi}{6}\ rad \end{cases}$$

Como no tenemos datos acerca de la velocidad, no podemos discriminar entre ambos valores de la fase inicial, de modo que la ecuación de la onda podría ser:

$$y\ (x;t) = 0,06\ .\ sen\ \left(4\pi\ .\ t - 0,1\pi\ .\ x + \frac{\pi}{6}\right)\ (m;s) \quad o \quad y\ (x;t) = 0,06\ .\ sen\ \left(4\pi\ .\ t\ - 4\pi\ .\ x + \frac{5\pi}{6}\right)\ (m;s)$$

c) **(1 p)** Distancia entre dos puntos con una diferencia de fase de π/2 radianes.

$$\Delta\varphi = (4\pi t - 0,1\pi x_2 + \varphi_0) - \ (4\pi t - 0,1\pi x_1 + \varphi_0) = 0,1\pi.\ \Delta x \ \Rightarrow \ \Delta x = \frac{\Delta\varphi}{0,1\pi} = \frac{\pi/2}{0,1\pi} = 5\ m$$

También se puede resolver teniendo en cuenta que dos puntos de la onda separados una distancia igual a la longitud de onda tienen un desfase entre sí de 2π radianes. Por lo tanto:

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{\Delta x}{\Delta\varphi} \quad \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda\ .\ \Delta\varphi}{2\pi} = \frac{20\ .\ {}^{\pi}/_{2}}{2\pi} = 5\ m$$

Ejercicio 2. [2,5 PUNTOS] El nivel de intensidad sonora a una distancia de 10 m de una fuente sonora puntual, es 70 dB. Sabiendo que la intensidad umbral es $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2, determinar:

a) **(0,5 p)** La intensidad sonora en ese punto.

De acuerdo a la Ley de Weber – Fechner, la sensación sonora o sonoridad, S, es proporcional a los logaritmos de las intensidades de los estímulos que las provocan:

$$S = 10\ .\ log\ \frac{I}{I_0} \quad \Rightarrow \quad 70 =\ 10\ .\ log\ \frac{I}{I_0} \quad \Rightarrow \quad 7 = log\ \frac{I}{I_0} \quad \Rightarrow \quad I =\ 10^7\ .\ I_0 =\ 10^7\ .\ 10^{-12} = 10^{-5}\ W/m^2$$

b) **(1 p)** La potencia del sonido emitido por la fuente.

Teniendo en cuenta que el sonido se propaga en frentes de onda esféricos:

$$I = \frac{P}{S} \quad \Rightarrow \quad P = I \,.\, S = I \,.\, 4\pi r^2 = 10^{-5} \,.\, 4\pi \,.\, (10)^2 = 1{,}26.10^{-2}\ W$$

c) **(1 p)** ¿Cuánto deberíamos alejarnos para reducir a 35 dB el nivel de intensidad?

$$S' = 10 \,.\, log\, \frac{I'}{I_0} \Rightarrow 35 = 10 \,.\, log\, \frac{I'}{I_0} \Rightarrow 3{,}5 = log\, \frac{I'}{I_0} \Rightarrow I' = 10^{3{,}5} \,.\, I_0 = 10^{3{,}5} \,.\, 10^{-12} = 3{,}2.10^{-9}\ W/m^2$$

Al propagarse el sonido en forma de frentes esféricos, la intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia, de modo que:

$$I = \frac{P}{S} \Rightarrow I_1 \,.\, S_1 = I_2 \,.\, S_2 \Rightarrow I \,.\, r^2 = I' \,.\, (r')^2 \quad \Rightarrow \quad r' = r \,.\, \sqrt{\frac{I}{I'}} = 10 \,.\, \sqrt{\frac{10^{-5}}{3{,}2.10^{-9}}} = 559\ m$$

Habría que alejarse a 559 m de la fuente sonora.

<u>Bloque 2</u>

Ejercicio 3. [2,5 PUNTOS] Una lámina de caras planas y paralelas, de 4 cm de espesor tiene un índice de refracción 1,5 se encuentra en el aire, de índice de refracción 1,0. Un rayo de luz monocromática de frecuencia 4.10^{14} Hz incide desde el aire en la lámina con un ángulo de 30 °. Determinar:

a) **(1 p)** Las longitudes de onda del rayo en el aire y en el vidrio.

La frecuencia de onda no varía al cambiar de medio de propagación:

$$\lambda_{aire} = \frac{v_{aire}}{f} = \frac{c/n_{aire}}{f} = \frac{3.10^8/1}{4.10^{14}} = 7{,}5.10^{-7}\ m = 750\ nm$$

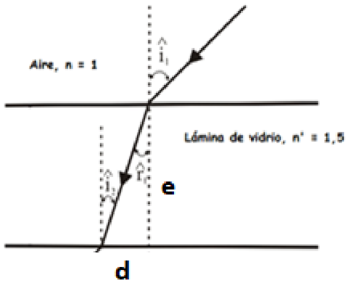
$$\lambda_{lámina} = \frac{v_{lámina}}{f} = \frac{c/n_{lámina}}{f} = \frac{3.10^8/1{,}5}{4.10^{14}} = 5.10^{-7}\ m = 500\ nm$$

b) **(1 p)** El ángulo de refracción en la lámina con un dibujo aclarativo.

El rayo, al pasar de un medio de menor índice de refracción a otro de mayor índice de refracción, se desvía acercándose a la normal.
Si aplicamos la ley de Snell de la refracción

$$n \,.\, sen\ \hat{\imath}_1 = n' \,.\, sen\ \widehat{r_1} \Rightarrow 1 \,.\, sen\ 30° = 1{,}5 \,.\, sen\,\widehat{r_1}$$

$$\widehat{r_1} = 19{,}47°$$

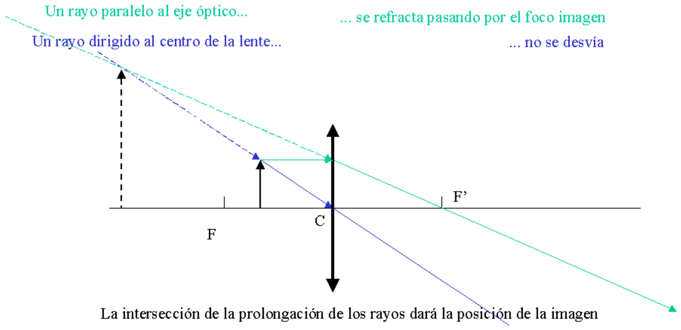


c) **(0,5 p)** La desviación espacial que sufre el rayo al salir de la lámina.

$$tag\,\widehat{r_1} = \frac{d}{e} \quad \Rightarrow \quad d = e \,.\, tag\,\widehat{r_1} = 4 \,.\, tag\ 19{,}47° = 1{,}41\ cm$$

Ejercicio 4. [2,5 PUNTOS] Una lente convergente delgada tiene una distancia focal de 30 cm (en valor absoluto). Determina la posición, tamaño y naturaleza de la imagen que se obtiene de un objeto de altura 6 cm que se sitúa 20 cm a la izquierda de la lente.

a) **(1 p)** Mediante trazado de rayos.



La imagen es virtual, se forma delante de la lente por la intersección de la prolongación de los rayos, es derecha y de mayor tamaño que el objeto.

b) **(1,5 p)** Cuantitativamente.

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{-20}=\frac{1}{30} \quad \Rightarrow \quad s'=-60\ cm$$

Para una lente delgada, el aumento lateral es:

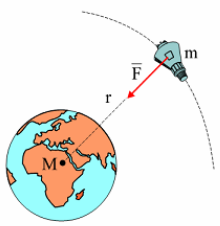
$$M_L=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad y'=y.\left(\frac{s'}{s}\right)=6.\left(\frac{-60}{-20}\right)=18\ cm$$

La imagen es virtual (s' < 0), derecha y de mayor tamaño que el objeto. Al estar situado el objeto entre el foco objeto y la lente convergente, esta actúa como lupa.

Bloque 3

Ejercicio 5. [2,5 PUNTOS] Determinar para un satélite artificial de masa 200 kg que rodea la Tierra en una órbita circular de periodo $8{,}40.10^3$ s.

a) **(1 p)** El radio de la órbita, así como el valor de la velocidad orbital.



La fuerza gravitatoria de la Tierra actúa como fuerza centrípeta del movimiento del satélite.

$$G.\frac{M_T.m}{r^2}=m.\frac{v_O^2}{r} \Rightarrow v_O=\sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$$

Por otro lado, el período de revolución del satélite es:

$$T=\frac{2\pi.r}{v_0}$$

Combinando ambas ecuaciones:

$$r=\sqrt[3]{\frac{G.M_T.T^2}{4\pi^2}}=\sqrt[3]{\frac{6{,}7.10^{-11}.5{,}97.10^{24}.(8{,}4.10^3)^2}{4\pi^2}}=8{,}94.10^6\ m$$

$$v_O=\sqrt{\frac{G.M_T}{r}}=\sqrt{\frac{6{,}7.10^{-11}.5{,}97.10^{24}}{8{,}94.10^6}}=6689\ m/s$$

b) **(1 p)** Las energías mecánica, cinética y potencial del satélite en esa órbita.

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_o)^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r} = \frac{1}{2} \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \cdot 200}{8,94 \cdot 10^6} = 4,47 \cdot 10^9\ J$$

$$E_p = \frac{-G \cdot M_T \cdot m}{r} = \frac{-6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \cdot 200}{8,94 \cdot 10^6} = -8,95 \cdot 10^9\ J$$

La energía mecánica del satélite, también conocida como energía de enlace, es la suma de las energías cinética y potencial que tiene el satélite en su órbita.

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_O)^2 + \left[\frac{-G \cdot M_T \cdot m}{r}\right] = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}\right)^2 + \left[\frac{-G \cdot M_T \cdot m}{r}\right]$$

$$E_m = -\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r} = -\frac{1}{2} \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \cdot 200}{8,94 \cdot 10^6} = -4,47 \cdot 10^9\ J$$

c) **(0,5 p)** El trabajo que se requiere para poner el satélite en esa órbita.

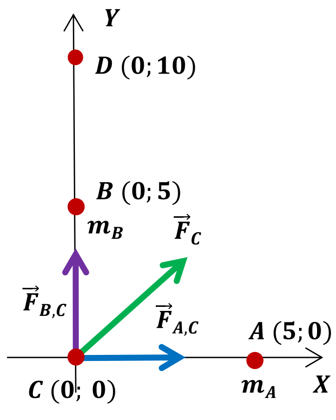
Antes del lanzamiento el satélite solo posee energía potencial gravitatoria, sin embargo, cuando se mueve en su órbita tiene tanto energía potencial como energía cinética, cuya suma recibe el nombre de energía mecánica orbital o energía de enlace. El trabajo necesario para poner el satélite en órbita es la diferencia entre la energía de enlace y la energía potencial en la superficie.

$$W = E_{enlace} - E_{p,superficie} = -\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{m \cdot M_T}{r} - \left(-G \cdot \frac{m \cdot M_T}{R_T}\right) = G \cdot m \cdot M_T \cdot \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r}\right)$$

$$W = 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 200 \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \cdot \left(\frac{1}{6,37 \cdot 10^6} - \frac{1}{2 \cdot 8.94 \cdot 10^6}\right) = 8,1 \cdot 10^9\ J$$

Ejercicio 6. [2,5 PUNTOS] Dos masas de 10 kg se hallan situadas en los puntos (5, 0) y (0, 5), respectivamente. Nota: todas las distancias expresadas en metros.

a) **(1 p)** Calcula y representa la fuerza que experimenta una masa de 5 kg, situada en el punto (0, 0).



$$\vec{F}_{A,C} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_C}{(r_{A,C})^2}\ \vec{\imath} = 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{10 \cdot 5}{(5)^2}\ \vec{\imath} = 1,34 \cdot 10^{-10}\ \vec{\imath}\ N$$

$$\vec{F}_{B,C} = G \cdot \frac{m_B \cdot m_C}{(r_{B,C})^2}\ \vec{\jmath} = 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{10 \cdot 5}{(5)^2}\ \vec{\jmath} = 1,34 \cdot 10^{-10}\ \vec{\jmath}\ N$$

$$\vec{F}_C = \vec{F}_{A,C} + \vec{F}_{B,C} = (1,34 \cdot 10^{-10}\ \vec{\imath} + 1,34 \cdot 10^{-10}\ \vec{\jmath})\ N$$

$$|\vec{F}_C| = \sqrt{(1,34 \cdot 10^{-10})^2 + (1,34 \cdot 10^{-10})^2} = 1,9 \cdot 10^{-10}\ N$$

b) **(1,5 p)** Calcula el trabajo necesario para llevar una masa de 5 kg desde el punto (0, 0) al punto (0, 10).

Calculamos el potencial gravitatorio que las masas *A* y B crean en ambos puntos (también se puede hacer con las energías potenciales):

$$V_C = V_{A,C} + V_{B,C} = G \cdot \left(\frac{m_A}{r} + \frac{m_B}{r}\right) = -\frac{G}{r} \cdot (m_A + m_B) = -\frac{6,7 \cdot 10^{-11}}{5} \cdot (20) = -2,68 \cdot 10^{-10}\ J/kg$$

$$V_D = V_{A,D} + V_{B,D} = -G \cdot \left(\frac{m_A}{r_{A,D}} + \frac{m_B}{r_{B,D}}\right) = -6,7.10^{-11} \cdot \left(\frac{10}{\sqrt{125}} + \frac{10}{5}\right) = -1,94.10^{-10}\ J/kg$$

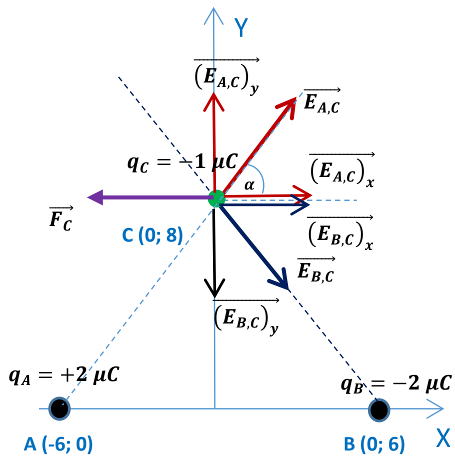
$$(W_{C\to D})_{F\ gravitatoria} = m_C \cdot (V_C - V_D) = 5 \cdot \left(-2.68.10^{-10} - (-1,94.10^{-10})\right) = -\ 3,7.10^{-10}\ J$$

Para trasladar la masa es necesaria una fuerza externa. El trabajo realizado por esta fuerza queda almacenado en la masa trasladada en forma de energía potencial gravitatoria. El resultado es lógico, ya que estamos alejando la masa C de la masa A, que tienden a atraerse.

Bloque 4

Ejercicio 7. [2,5 PUNTOS] Dos cargas eléctricas puntuales de valor 2 μC y -2 μC se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (-6, 0) y (6, 0), respectivamente, estando todas las distancias expresadas en metros.

a) **(1,5 p)** Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo y la fuerza que experimenta una carga puntual de -1 μC en el punto (0, 8).



$$r_{A,C} = r_{B,C} = r = \sqrt{(6)^2 + (8)^2} = 10\ m$$

$$\alpha = arctg\left(\frac{8}{6}\right) = 53,13°$$

En el punto C se da una situación de simetría, ya que al ser $q_A = q_B$ (en módulo) y $r_{A,C} = r_{B,C}$, el módulo del campo eléctrico creado por ambas cargas es igual, por lo que al hacer la descomposición del vector las componentes verticales se anulan entre sí (vectores iguales de sentido contrario) y el campo total es la suma de las dos componentes horizontales, que también son iguales.

$$\vec{E}_C = \vec{E}_{A,C} + \vec{E}_{B,C} = 2 \cdot \left(\vec{E}_{A,C}\right)_x = 2 \cdot K \cdot \frac{q_A}{(r_{A,C})^2} \cdot \cos\alpha\ \vec{\imath} = 2 \cdot 9.10^9 \cdot \frac{2.10^{-6}}{(10)^2} \cdot \cos 53,13°\ \vec{\imath}$$

$$\vec{E}_C = 216\ \vec{\imath}\ N/C$$

$$\vec{F}_C = q \cdot \vec{E}_C = -10^{-6} \cdot (216\ \vec{\imath}) = -2,16.10^{-4}\ \vec{\imath}\ N$$

b) **(1 p)** Obtener el trabajo realizado por el campo sobre una carga –1 μC cuando se desplaza desde el punto (0, 8) hasta el infinito.

Calculamos el potencial eléctrico en el punto C (0; 8), ya que, por definición, el potencial eléctrico en el infinito es nulo:

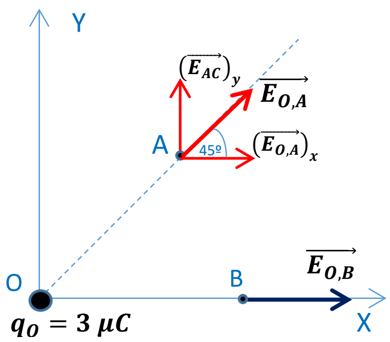
$$V_C = V_{A,C} + V_{B,C} = K \cdot \left(\frac{q_A}{r_{A,C}} + \frac{q_B}{r_{B,C}}\right) = K \cdot \frac{1}{r} \cdot \left(2.10^{-6} + (-2.10^{-6})\right) = 0\ V$$

$$(W_{C\to\infty})_{F\ eléctrica} = q' \cdot (V_C - V_\infty) = -1.10^{-6} \cdot (0 - 0) = 0\ J$$

La fuerza electrostática no necesita realizar ningún trabajo neto para trasladar la carga.

Ejercicio 8. [2,5 PUNTOS] Una carga eléctrica puntual de valor 3 μC se encuentra situada en el punto (0, 0), estando todas las posiciones expresadas en metros.

a) **(1 p)** Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo en los puntos A (4, 4) y B (6, 0).



$$r_{OB} = 6\ m; \qquad r_{OA} = \sqrt{4^2 + 4^2} = \sqrt{32}\ m$$

$$\vec{E}_{OA} = K.\frac{q_O}{(r_{OA})^2}.(\cos 45°\ \vec{\imath} + sen\ 45°\ \vec{\jmath})$$

$$\vec{E}_{OA} = 9.10^9.\frac{3.10^{-6}}{(\sqrt{32})^2}.(\cos 45°\ \vec{\imath} + sen\ 45°\ \vec{\jmath})$$

$$\vec{E}_{OA} = 596,6\ \vec{\imath}\ + 596,6\ \vec{\jmath}\ N/C$$

$$\vec{E}_{OB} = K.\frac{q_O}{(r_{OB})^2}.\vec{\imath} = 9.10^9.\frac{3.10^{-6}}{(6)^2}.\ \vec{\imath} = 750\ \vec{\imath}\ \ N/C$$

b) **(1 p)** Obtener el potencial en los puntos A y B.

$$V_A = K\ .\ \frac{q_O}{r_{OA}} = 9.10^9.\ \frac{3.10^{-6}}{\sqrt{32}} = 4773\ V$$

$$V_B = K\ .\ \frac{q_O}{r_{OB}} = 9.10^9.\ \frac{3.10^{-6}}{6} = 4500\ V$$

c) **(0,5 p)** ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre una carga 5 μC cuando se desplaza desde el punto A hasta el punto B?

$$(W_{A\to B})_{F\ eléctrica} = q'.\ (V_A - V_B) = 5.10^{-6}.\ (4773 - 4500)\ =\ 1,365.10^{-3}\ J$$

El proceso es espontáneo, para trasladar la carga no es necesaria una fuerza externa. El resultado es lógico, ya que la carga q' (positiva) se está alejando de la carga q_O, que también es positiva, por lo que se repelen.

<u>Bloque 5</u>

Ejercicio 9. [2,5 PUNTOS] Se ilumina un metal con una luz incidente de frecuencia $6,50.10^{14}$ Hz, si la energía cinética máxima de salida es 14.10^{-20} J. Obtener:

a) **(1 p)** El trabajo de extracción y la frecuencia umbral.

Si aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón\ inc.} = W_0 + (E_{c,máx})_{electrón\ emitido} \quad \Rightarrow \quad W_0 = E_{fotón\ inc.} - E_{c,máx} = h\ .\ f - E_{c,máx}$$

$$W_0 = 6,6.10^{-34}\ .\ 6,5.10^{14} - 14.10^{-20} = 2,89.10^{-19}\ J$$

En el efecto fotoeléctrico, para cada metal existe una frecuencia luminosa umbral, f_0, por debajo de la cual no se produce la emisión fotoeléctrica, sea cual sea la intensidad de la luz o radiación incidente. Esta frecuencia umbral se corresponde con la de un fotón cuya energía es igual al trabajo de extracción de dicho metal.

$$W_0 = h\ .\ f_0 \quad \Rightarrow \quad f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{2,89.10^{-19}}{6,6.10^{-34}} = 4,38.10^{14}\ Hz$$

b) **(1 p)** La velocidad máxima de salida de los electrones.

$$E_{c,máx} = \frac{1}{2}\ .\ m\ .\ v_{máx}^2 \quad \Rightarrow \quad v_{máx} = \sqrt{\frac{2\ .\ E_{c,máx}}{m}} = \sqrt{\frac{2\ .\ 14.10^{-20}}{9,1.10^{-31}}} = 5,55.10^5\ m/s$$

c) **(0,5 p)** Potencial de frenado.

Los electrones extraídos del metal pueden ser frenados mediante la aplicación de un campo eléctrico. Se llama potencial de frenado a la diferencia de potencial necesaria para impedir que los electrones salgan del metal del que han sido arrancados. El trabajo que hace el campo sobre cada electrón, es igual a la energía cinética adquirida por el electrón, por lo que aplicando el principio de conservación de la energía:

$$E_{c,máx} = |q|\,.\,\Delta V \quad \Rightarrow \quad \Delta V = \frac{E_{c,máx}}{|q|} = \frac{14.10^{-20}}{1,6.10^{-19}} = 0,875\ V$$

Ejercicio 10. [2,5 PUNTOS] De los 200 g iniciales de una muestra radiactiva al cabo de 30 días, se han desintegrado el 40 % de los núcleos. Determinar:

a) **(1,5 p)** La constante de desintegración radiactiva y el período de semidesintegración de la muestra.

Al desintegrarse el 40% de los núcleos, disminuye el 40% de la masa, por lo que al cabo de 30 días todavía queda el 60% de la masa.

$$m = m_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \quad \Rightarrow \quad 0,6m_0 = m_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \quad \Rightarrow \quad ln\ 0,6 = -\lambda\,.\,t$$

$$\lambda = -\frac{ln\ 0,6}{t} = -\frac{-0,51}{30} = 0,017\ día^{-1} = 1,97.10^{-7}\ s^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{ln\,2}{\lambda} = \frac{ln\,2}{0,017} = 40,8\ días = 3,52.10^{6}\ s$$

b) **(1 p)** La masa que quedará de la sustancia radiactiva transcurridos 90 días.

$$m = m_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} = 200\,.\,e^{-0,017\,.90} = 43,3\ g$$