EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

LOMCE – JUNIO 2022

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	$c = 3\ 10^8$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.67\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.67\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.63\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C
Radio de la Tierra	$R_T = 6370$ km	Masa de la Tierra	$M_T = 6\ 10^{24}$ kg

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

Bloque 1

Ejercicio 1. [2,5 PUNTOS] La expresión matemática de una onda armónica transversal que se propaga en el sentido positivo del eje x es: $y(x,t)=A\cos(\omega t-kx+\varphi)$. En el instante $t=2$ s, el punto situado en $x = 2$ cm tiene una aceleración de $-18\pi^2$ cm·s^{-2} y un desplazamiento de +2 cm en la dirección y. En el instante t = 0 s, el punto situado en $x = 0$ cm tiene el desplazamiento máximo de valor +3 cm. Determinar:

a) [1 PUNTO] La amplitud y la fase inicial de la onda.

b) [1,5 PUNTOS] La frecuencia angular (pulsación) y el número de onda.

Ejercicio 2. [2,5 PUNTOS] En el centro de una pista de circo se sitúa un sonómetro (aparato medidor del nivel de intensidad sonora). Estando el circo sin público, un payaso que está a 10 m del centro emite un grito y el sonómetro marca 65 dB. Si el payaso grita nuevamente, pero desde uno de los asientos para los asistentes, estando el circo sin público, el sonómetro marca 61,48 dB. Finalmente, un día de actuación, el público asistente grita al unísono en un momento determinado, marcando el sonómetro 84,49 dB. Suponiendo que todas las personas (cualquiera del público o payaso) gritan con la misma potencia, y que todo el público está a la misma distancia del centro de la pista, calcular:

a) [1 PUNTO] La potencia del grito emitido por el payaso.

b) [0,75 PUNTOS] La distancia a la que se encuentra el público del centro de la pista.

c) [0,75 PUNTOS] El número de personas que asisten a la actuación.

DATOS: La mínima intensidad que puede percibir el oído humano es $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2.

Bloque 2

Ejercicio 3. [2,5 PUNTOS] Un haz de luz compuesto por dos rayos monocromáticos incide desde el aire con un ángulo respecto a la normal de 30 ° sobre la superficie inferior de un vidrio de 15 cm de espesor. El índice de refracción del vidrio para una de las ondas es $n_1 = 1{,}55$, mientras que para la otra onda es $n_2 = 1{,}63$.

a) [1,5 PUNTOS] Calcular la distancia entre los dos rayos a la salida del vidrio por su cara superior.

b) [1 PUNTO] Si la frecuencia de la luz del primer rayo es de $4{,}5\cdot10^{14}$ Hz, calcular su longitud de onda en el interior del vidrio.

DATOS: Índice de refracción del aire: $n_{aire} = 1$.

Ejercicio 4. [2,5 PUNTOS] Se dispone de una lente delgada convergente de distancia focal de 30 cm.

a) [1,5 PUNTOS] Calcular a qué distancia debe colocarse un objeto delante de la lente para que se forme una imagen virtual, derecha y tres veces mayor que el objeto.

b) [1 PUNTO] Especificar el rango de distancias en las que debe colocarse un objeto delante de la lente para que se forme una imagen real.

Bloque 3

Ejercicio 5. [2,5 PUNTOS] Dos masas idénticas, de 500 g, están situadas en los puntos (–3, 0) y (+3, 0). Todas las distancias se dan en metros.

a) [1 PUNTO] Calcular y representar gráficamente el vector campo gravitatorio en el punto (–1,0), así como la fuerza gravitatoria que experimenta una masa de 100 g situada en ese punto.

b) [0,75 PUNTOS] Calcular el potencial gravitatorio en los puntos (–1,0) y (+2,0) debido a las dos masas de 500 g.

c) [0,75 PUNTOS] Calcular el trabajo realizado por el campo gravitatorio sobre una masa de 200 g cuando se desplaza desde el punto (–1,0) hasta el punto (+2,0).

Ejercicio 6. [2,5 PUNTOS] Una sonda espacial de 2500 kg de masa, se encuentra en órbita circular alrededor de Venus, realizando una revolución cada 30 horas.

a) [1 PUNTO] Calcular la velocidad orbital de la sonda y la altura de la órbita respecto a la superficie del planeta.

b) [1 PUNTO] Calcular la energía cinética, la energía potencial gravitatoria y la energía total de la sonda.

c) [0,5 PUNTOS] Calcular la energía mínima que habría que suministrar a la sonda para que abandone el campo gravitatorio de Venus.

DATOS: Masa de Venus: $M_V = 4{,}869 \times 10^{24}$ kg.
Radio de Venus: $R_V = 6052$ km.

Bloque 4

Ejercicio 7. [2,5 PUNTOS] Dos cargas eléctricas puntuales de valor –4 μC y 2 μC, se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (2,0) y (0,5) respectivamente. Todas las distancias se dan en metros.

a) [1 PUNTO] Calcular y representar gráficamente el vector campo eléctrico en el punto (2,5).

b) [0,75 PUNTOS] Calcular el potencial eléctrico en el punto M, situado a mitad de camino entre las dos cargas eléctricas.

c) [0,75 PUNTOS] Calcular el trabajo realizado por el campo eléctrico sobre una carga de –3 μC cuando se desplaza desde el punto M hasta el infinito.

Ejercicio 8. [2,5 PUNTOS] Por un hilo conductor rectilíneo indefinido, situado a lo largo del eje *y*, circula una corriente de 5 A, en el sentido positivo del eje *y*.

a) [1,25 PUNTOS] Calcular el campo magnético creado por el hilo en el punto *P* de coordenadas (1,0,0) cm.

b) [1,25 PUNTOS] Calcular la fuerza magnética que experimenta un protón cuando pasa por el punto *P*, con velocidad $v = 10^4$ m/s en sentido negativo del eje *x*.

Bloque 5

Ejercicio 9. [2,5 PUNTOS] Al iluminar un metal en un experimento con luz monocromática de longitud de onda en el vacío $\lambda = 649$ nm, se emiten electrones con una energía cinética máxima de 0,85 eV. Al iluminar nuevamente el metal con luz monocromática, pero de diferente longitud de onda, se emiten electrones con una energía cinética máxima de 1,89 eV. Calcular:

a) [1,5 PUNTOS] El trabajo de extracción del metal y el rango de frecuencias en que se produce efecto fotoeléctrico.

b) [1 PUNTO] La longitud de onda de la luz utilizada y el potencial de frenado en la segunda medida.

DATOS: $1\ \text{eV} = 1{,}6 \times 10^{-19}$ J.

Ejercicio 10. [2,5 PUNTOS] Se dispone de una muestra de 50 mg de ^{241}Am cuyo período de semidesintegración es de 432 años y su masa atómica es 241 u. Calcular:

a) [1,25 PUNTOS] El tiempo necesario para que la muestra se reduzca a 10 mg.

b) [1,25 PUNTOS] Los valores de la actividad inicial y final.

DATOS: Número de Avogadro: $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1}.

BLOQUE 1

Ejercicio 1. [2,5 PUNTOS] La expresión matemática de una onda armónica transversal que se propaga en el sentido positivo del eje X es: $y\,(x,t) = A \cdot cos\ (\omega t - kx + \varphi_0)$. En el instante t =2 s, el punto situado en x = 2 cm tiene una aceleración de $-18\pi^2\ cm \cdot s^{-2}$ y un desplazamiento de +2 cm en la dirección y. En el instante t = 0 s, el punto situado en x = 0 cm tiene el desplazamiento máximo de valor +3 cm. Determinar:

a) **[1 PUNTO]** La amplitud y la fase inicial de la onda.

De la condición del enunciado "en el instante t = 0 s, el punto situado en x = 0 cm tiene el desplazamiento máximo de valor +3 cm" obtenemos que la amplitud (desplazamiento máximo) de la onda es de 3 cm, y sustituyendo en la ecuación de la onda:

$$y\,(x = 0, t = 0) = 3 \cdot cos\ (\varphi_0) = 3 \Rightarrow cos\ (\varphi_0) = 1 \quad \Rightarrow \quad \varphi_0 = 0\,rad$$

Por lo tanto: $A = 3\ cm$; $\varphi_0 = 0\,rad$

b) **[1,5 PUNTOS]** La frecuencia angular (pulsación) y el número de onda.

Derivamos la ecuación de onda dos veces para obtener la aceleración:

$$v\,(x,t) = \frac{dy\,(x,t)}{dt} = -A \cdot \omega \cdot sen\ (\omega t - kx + \varphi_0)$$

$$a\,(x,t) = \frac{dv\,(x,t)}{dt} = -A \cdot \omega^2 \cdot cos\ (\omega t - kx + \varphi_0) = -\omega^2 \cdot x$$

$$a\,(x = 2) = -\omega^2 \cdot 2 = -18\pi^2 \ \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\frac{18\pi^2}{2}} = 3\pi\ rad/s$$

Por otro lado:

$$y\,(x = 2; t = 2) = 3 \cdot cos\ (3\pi \cdot 2 - k \cdot 2 + 0) = 2 \ \Rightarrow \ cos\ (3\pi \cdot 2 - k \cdot 2) = \frac{2}{3}$$

$$3\pi \cdot 2 - k \cdot 2 = arccos\left(\frac{2}{3}\right) = 0,84\,rad \quad \Rightarrow \quad k = \frac{6\pi - 0,84}{2} = 9\,rad/cm$$

Ejercicio 2. [2,5 PUNTOS] En el centro de una pista de circo se sitúa un sonómetro (aparato medidor del nivel de intensidad sonora). Estando el circo sin público, un payaso que está a 10 m del centro emite un grito y el sonó- metro marca 65 dB. Si el payaso grita nuevamente, pero desde uno de los asientos para los asistentes, estando el circo sin público, el sonómetro marca 61,48 dB. Finalmente, un día de actuación, el público asistente grita al unísono en un momento determinado, marcando el sonómetro 84,49 dB. Suponiendo que todas las personas (cualquiera del público o payaso) gritan con la misma potencia, y que todo el público está a la misma distancia del centro de la pista, calcular:

DATOS: La mínima intensidad que puede percibir el oído humano es $I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$.

a) **[1 PUNTO]** La potencia del grito emitido por el payaso.

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:

$$S_1 = 10 \cdot log\,\frac{I_1}{I_0} \Rightarrow \ 65 = 10 \cdot log\,\frac{I_1}{I_0} \ \Rightarrow \ 6,5 = log\,\frac{I_1}{I_0}$$

$$I_1 = 10^{6,5} \cdot I_0 = 10^{6,5} \cdot 10^{-12} = 3,16.10^{-6}\ W/m^2$$

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

$$I = \frac{P}{S} \quad \Rightarrow \quad P = I \cdot S = I \cdot 4\pi r^2 = 3,16.10^{-6} \cdot 4\pi \cdot (10)^2 = 0,004\ W$$

b) **[0,75 PUNTOS]** La distancia a la que se encuentra el público del centro de la pista.

$$S_2 = 10 \cdot log\ \frac{I_2}{I_0} \Rightarrow 61,48 = 10 \cdot log\ \frac{I_2}{I_0} \Rightarrow 6,148 = log\ \frac{I_2}{I_0}$$

$$I_2 = 10^{6,148} \cdot I_0 = 10^{6,148} \cdot 10^{-12} = 1,406.10^{-6}\ W/m^2$$

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

$$I = \frac{P}{S} \Rightarrow I_1 \cdot S_1 = I_2 \cdot S_2 \Rightarrow I_1 \cdot (r_1)^2 = I_2 \cdot (r_2)^2 \quad \Rightarrow \quad r_2 = r_1 .\sqrt{\frac{I_1}{I_2}} = 10 .\sqrt{\frac{3,16.10^{-6}}{1,406.10^{-6}}} = 15\ m$$

c) **[0,75 PUNTOS]** El número de personas que asisten a la actuación.

$$S_3 = 10 \cdot log\ \frac{I_3}{I_0} \Rightarrow 84,49 = 10 \cdot log\ \frac{I_3}{I_0} \Rightarrow 8,449 = log\ \frac{I_3}{I_0}$$

$$I_3 = 10^{8,449} \cdot I_0 = 10^{8,449} \cdot 10^{-12} = 2,812.10^{-4}\ W/m^2$$

Teniendo en cuenta que la intensidad total es múltiplo de la intensidad individual de cada persona $(1,406.10^{-6}\ W/m^2)$**:**

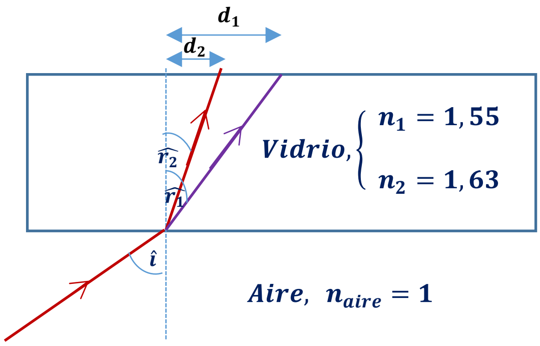
$$N = \frac{2,812.10^{-4}}{1,406.10^{-6}} = 200\ espectadores$$

BLOQUE 2

Ejercicio 3. [2,5 PUNTOS] Un haz de luz compuesto por dos rayos monocromáticos incide desde el aire con un ángulo respecto a la normal de 30 ° sobre la superficie inferior de un vidrio de 15 cm de espesor. El índice de refracción del vidrio para una de las ondas es n_1 = 1,55, mientras que para la otra onda es n_2 = 1,63.

DATOS: Índice de refracción del aire: n_{aire} = 1.

a) **[1,5 PUNTOS]** Calcular la distancia entre los dos rayos a la salida del vidrio por su cara superior.



Calculamos el ángulo de refracción de ambos rayos aplicando la ley de Snell de la refracción

$$n_{aire} \cdot sen\ \hat{\imath} = n_1 \cdot sen\ \widehat{r_1}$$

$$1 \cdot sen\ 30° = 1,55 \cdot sen\ \widehat{r_1} \quad \Rightarrow \quad \widehat{r_1} = 18,8°$$

$$n_{aire} \cdot sen\ \hat{\imath} = n_2 \cdot sen\ \widehat{r_2}$$

$$1 \cdot sen\ 30° = 1,63 \cdot sen\ \widehat{r_1} \quad \Rightarrow \quad \widehat{r_1} = 17,9°$$

Calculamos el desplazamiento con respecto a la normal del punto de incidencia de los dos rayos a la salida del vidrio.

$$\begin{cases} tg\ \widehat{r_1} = \dfrac{d_1}{e} \quad \Rightarrow \quad d_1 = e \cdot tg\ \widehat{r_1} = 15 \cdot tg\ 18,8° = 5,11\ cm \\ tg\ \widehat{r_2} = \dfrac{d_2}{e} \quad \Rightarrow \quad d_2 = e \cdot tg\ \widehat{r_2} = 15 \cdot tg\ 17,9° = 4,84\ cm \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \Delta d = d_1 - d_2 = 5,11 - 4,84 = 0,27\ cm$$

b) **[1 PUNTO]** Si la frecuencia de la luz del primer rayo es de $4{,}5.10^{14}$ Hz, calcular su longitud de onda en el interior del vidrio.

Cada uno de los rayos en el interior del vidrio tendrá una longitud de onda diferente. La frecuencia de la luz no cambia.

$$f_{vidrio} = f_{aire} \quad \Rightarrow \quad \frac{v_{vidrio}}{\lambda_{vidrio}} = 4,5.10^{14} \quad \Rightarrow \quad \frac{c/n_1}{\lambda_{vidrio}} = 4,5.10^{14} \quad \Rightarrow \quad \lambda_{vidrio} = \frac{c}{n_1 \cdot 4,5.10^{14}}$$

$$\lambda_{vidrio} = \frac{c}{n_1 \cdot 4,5.10^{14}} = \frac{3.10^8}{1,55 \cdot 4,5.10^{14}} = 4,3.10^{-7}\ m = 430\ nm$$

Ejercicio 4. [2,5 PUNTOS] Se dispone de una lente delgada convergente de distancia focal de 30 cm.

a) **[1,5 PUNTOS]** Calcular a qué distancia debe colocarse un objeto delante de la lente para que se forme una imagen virtual, derecha y tres veces mayor que el objeto.

Por tratarse de una lente convergente, de acuerdo con las normas DIN, la distancia focal imagen es positiva.

$$f' = 30\ cm$$

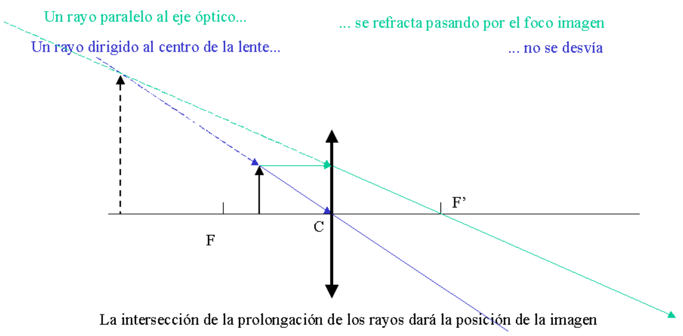
Cuando las lentes convergentes forman imágenes virtuales, estas son derechas, por lo que el aumento lateral es positivo. Para una lente delgada, el aumento lateral es:

$$M_L = \frac{s'}{s} = 3 \quad \Rightarrow \quad s' = 3s$$

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{3s} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad s = \frac{-2f'}{3} = \frac{-2 \cdot 30}{3} - 20\ cm$$

El objeto debe colocarse 20 cm por delante de la lente. Las lentes convergentes forman imágenes virtuales, derechas y de mayor tamaño que el objeto cuando este se sitúa entre el foco objeto y la lente. Lo podemos ver en este trazado de rayos.



b) **[1 PUNTO]** Especificar el rango de distancias en las que debe colocarse un objeto delante de la lente para que se forme una imagen real.

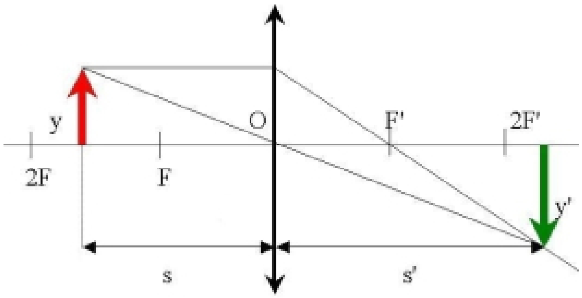
Las imágenes reales se forman detrás de la lente, por lo que de acuerdo al criterio de signos s' > 0.

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{s}$$

Como el primer término tiene que ser positivo, el segundo también lo debe de ser, por lo que $|s|$ tiene que ser mayor que f'. Es decir, el objeto tiene que estar situado a una distancia de la lente

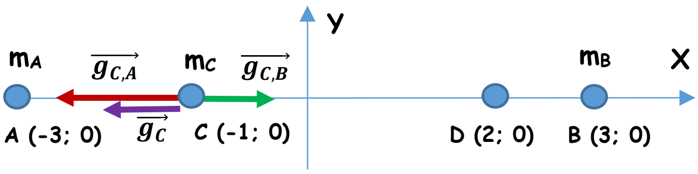
mayor a la distancia focal objeto. Podemos verlo en el siguiente trazado de rayos.



BLOQUE 3

Ejercicio 5. [2,5 PUNTOS] Dos masas idénticas, de 500 g, están situadas en los puntos (-3, 0) y (+3, 0). Todas las distancias se dan en metros.

a) **[1 PUNTO]** Calcular y representar gráficamente el vector campo gravitatorio en el punto (-1,0), así como la fuerza gravitatoria que experimenta una masa de 100 g situada en ese punto.



$r_{A,C} = 2\ m;\quad r_{B,C} = 4\ m$

$r_{A,D} = 5\ m;\quad r_{B,D} = 1\ m$

$$\overrightarrow{g_C} = \overrightarrow{g_{C,A}} + \overrightarrow{g_{C,B}} = G \cdot \left[-\frac{m_A}{(r_{A,C})^2} + \frac{m_B}{(r_{B,C})^2}\right] \cdot \vec{\imath} = 6,67.10^{-11} \cdot \left[-\frac{0,5}{(2)^2} + \frac{0,5}{(4)^2}\right] \cdot \vec{\imath} = (-6,25.10^{-12}\,\vec{\imath})\ N/kg$$

$$\overrightarrow{F_C} = m_C \cdot \overrightarrow{g_C} = 0,1 \cdot (-6,25.10^{-12}\,\vec{\imath}) = (-6,25.10^{-13}\,\vec{\imath})\ N$$

b) **[0,75 PUNTOS]** Calcular el potencial gravitatorio en los puntos (-1,0) y (+2,0) debido a las dos masas de 500 g.

$$V_C = V_{C,A} + V_{C,B} = -G \cdot \left[\frac{m_A}{r_{A,C}} + \frac{m_B}{r_{B,C}}\right] = -6,67.10^{-11} \cdot \left[\frac{0,5}{2} + \frac{0,5}{4}\right] = -2,5.10^{-11}\ J/kg$$

$$V_D = V_{D,A} + V_{D,B} = -G \cdot \left[\frac{m_A}{r_{A,D}} + \frac{m_B}{r_{B,D}}\right] = -6,67.10^{-11} \cdot \left[\frac{0,5}{5} + \frac{0,5}{1}\right] = -4,0.10^{-11}\ J/kg$$

c) **[0,75 PUNTOS]** Calcular el trabajo realizado por el campo gravitatorio sobre una masa de 200 g cuando se desplaza desde el punto (-1,0) hasta el punto (+2,0).

$$W_{C\to D} = -\Delta E_p = -m \cdot (V_D - V_C) = m \cdot (V_C - V_D) = 0,2 \cdot [-2,5.10^{-11} - (-4,0.10^{-11})] = 3.10^{-12}\ J$$

El trabajo positivo significa que el proceso es espontáneo, la propia fuerza gravitatoria del campo realiza el traslado a costa de una disminución equivalente de la energía potencial gravitatoria de la masa trasladada.

Ejercicio 6. [2,5 PUNTOS] Una sonda espacial de 2500 kg de masa, se encuentra en órbita circular alrededor de Venus, realizando una revolución cada 30 horas.

DATOS: Masa de Venus: $M_v = 4{,}869 \times 10^{24}$ kg Radio de Venus: $R_v = 6052$ km

a) **[1 PUNTO]** Calcular la velocidad orbital de la sonda y la altura de la órbita respecto a la superficie del planeta.

La fuerza gravitatoria de Venus actúa como fuerza centrípeta del movimiento del satélite.

$$G \cdot \frac{M_V \cdot m}{r^2} = m \cdot \frac{(v_O)^2}{r} \Rightarrow v_O = \sqrt{\frac{G \cdot M_V}{r}}$$

Por otro lado, el período es:

$$T = \frac{2\pi \cdot r}{v_0} \Rightarrow v_0 = \frac{2\pi \cdot r}{T}$$

De donde igualando obtenemos que:

$$r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M_V \cdot T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6,67.10^{-11} \cdot 4,869.10^{24} \cdot (30 \cdot 3600)^2}{4\pi^2}} = 4,578.10^7 \ m$$

$$h = r - R_V = 4,578.10^7 - 6,052.10^6 = 3,973.10^7 \ m = 39730 \ km$$

$$v_O = \sqrt{\frac{G \cdot M_V}{r}} = \sqrt{\frac{6,67.10^{-11} \cdot 4,869.10^{24}}{4,578.10^7}} = 2663,5 \ m/s$$

b) **[1 PUNTO]** Calcular la energía cinética, la energía potencial gravitatoria y la energía total de la sonda.

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{orb})^2 = \frac{1}{2} \cdot 2500 \cdot (2663,5)^2 = 8,87.10^9 \ J$$

$$E_p = -G.\frac{M_V \cdot m}{r} = -6,67.10^{-11}.\frac{4,869.10^{24} \cdot 2500}{4,578.10^7} = -1,77 \cdot 10^{10} \ J$$

$$E_m = E_c + E_p = 8,87.10^9 + (-1,77 \cdot 10^{10}) = -8,83.10^9 \ J$$

c) **[0,5 PUNTOS]** Calcular la energía mínima que habría que suministrar a la sonda para que abandone el campo gravitatorio de Venus.

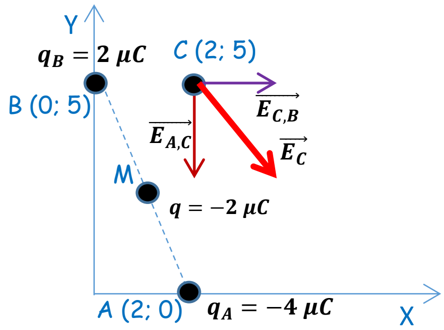
Para poder escapar del campo gravitatorio, la sonda tiene que alcanzar una energía mínima de 0 J, de modo que la energía mínima que hay que suministrarla es:

$$E_m + W = 0 \Rightarrow W = -E_m = 8,83.10^9 \ J$$

BLOQUE 4

Ejercicio 7. [2,5 PUNTOS] Dos cargas eléctricas puntuales de valor -4 μC y 2 μC, se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (2,0) y (0,5) respectivamente. Todas las distancias se dan en metros.

a) **[1 PUNTO]** Calcular y representar gráficamente el vector campo eléctrico en el punto (2,5).



$$r_{A,C} = 5\ m; \quad r_{B,C} = 2 \ m$$

$$r_{A,M} = r_{B,M} = r = \frac{\sqrt{2^2 + 5^2}}{2} = \sqrt{7,25} \ m$$

$$\vec{E}_C = \vec{E}_{A,C} + \vec{E}_{B,C} = K \cdot \left[-\frac{|q_A|}{(r_{A,C})^2} \vec{j} + \frac{q_B}{(r_{B,C})^2} \vec{i} \right]$$

$$\vec{E}_C = 9.10^9 \cdot \left[-\frac{4.10^{-6}}{(5)^2} \vec{j} + \frac{2.10^{-6}}{(2)^2} \vec{i} \right] = (4500 \,\vec{i} - 1440 \,\vec{j}) \ N/C$$

b) **[0,75 PUNTOS]** Calcular el potencial eléctrico en el punto M, situado a mitad de camino entre las dos cargas eléctricas.

$$V_M = V_{A,M} + V_{B,M} = K \cdot \left(\frac{q_A}{r_{A,M}} + \frac{q_B}{r_{B,M}}\right) = \frac{K}{r} \cdot (q_A + q_B) = \frac{9.10^9}{\sqrt{7,25}} \cdot [(-4.10^{-6}) + 2.10^{-6}] = -6685\ J/C$$

c) **[0,75 PUNTOS]** Calcular el trabajo realizado por el campo eléctrico sobre una carga de -3 μC cuando se desplaza desde el punto M hasta el infinito.

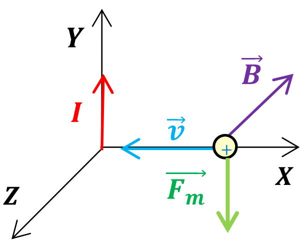
$$(W_{O\to A})_{F\ eléctrica} = q.\ (V_M - V_\infty) = -3.10^{-6}.\ (-6685 - 0) = 0,02\ J$$

Se trata de un proceso espontáneo, para trasladar la carga no es necesaria una fuerza externa. El trabajo realizado por la fuerza eléctrica es a costa de una disminución equivalente de la energía potencial electrostática de la carga trasladada.

Ejercicio 8. [2,5 PUNTOS] Por un hilo conductor rectilíneo indefinido, situado a lo largo del eje y, circula una corriente de 5 A, en el sentido positivo del eje Y.

DATO: $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ N/A^2

a) **[1,25 PUNTOS]** Calcular el campo magnético creado por el hilo en el punto P de coordenadas (1; 0; 0) cm.



Aplicando la ley de Biot-Savart, y teniendo en cuenta que el sentido está determinado por la regla de la mano derecha (cogemos el conductor con la mano derecha de modo que la dirección del dedo pulgar coincida con el sentido de la corriente, las líneas de campo coinciden con la del resto de dedos al cerrarse en torno al conductor):

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot d} \cdot (-\vec{k}) = \frac{4\pi.10^{-7} \cdot 5}{2\pi \cdot 0,01} \cdot (-\vec{k}) = (-1.10^{-4}\ \vec{k})\ T$$

b) **[1,25 PUNTOS]** Calcular la fuerza magnética que experimenta un protón cuando pasa por el punto P, con velocidad v = 10^4 m/s en sentido negativo del eje X.

Calculamos la fuerza magnética, fuerza de Lorentz sobre el protón:

$$\vec{F_m} = q\,.(\vec{v}\ x\ \vec{B}) = 1,6.10^{-19}\,. \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -10^4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -10^{-4} \end{vmatrix} = 1,6.10^{-19} \cdot (-\vec{j}) = (-1,6.10^{-19}\ \vec{j})\ N$$

BLOQUE 5

Ejercicio 9. [2,5 PUNTOS] Al iluminar un metal en un experimento con luz monocromática de longitud de onda en el vacío λ = 649 nm, se emiten electrones con una energía cinética máxima de 0,85 eV. Al iluminar nuevamente el metal con luz monocromática, pero de diferente longitud de onda, se emiten electrones con una energía cinética máxima de 1,89 eV. Calcular:

DATOS: 1 eV = 1,6.10^{-19} J

a) **[1,5 PUNTOS]** El trabajo de extracción del metal y el rango de frecuencias en que se produce efecto fotoeléctrico.

Si aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón\ inc.} = W_0 + (E_{c,máx})_{e^-\ emitido} \Rightarrow W_0 = E_{fotón\ inc.} - E_{c,máx} = h \cdot \frac{c}{\lambda} - E_{c,máx}$$

$$W_0 = h \cdot \frac{c}{\lambda} - E_{c,máx} = 6,63.10^{-34} \cdot \frac{3.10^8}{6,49.10^{-7}} - (0,85 \cdot 1,6.10^{-19}) = 1,7.10^{-19}\,J = 1,065\ eV$$

Para que se produzca efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón\ inc.} > W_0 \;\Rightarrow\; h \cdot f > W_0 \;\Rightarrow\; f > \frac{W_0}{h} > \frac{1,7.10^{-19}}{6,63.10^{-34}} > 2,56.10^{14}\ Hz$$

Para este metal se producirá efecto fotoeléctrico cuando sea iluminado con radiación electromagnética de frecuencia superior a 2,56.10^{14} Hz.

b) **[1 PUNTO]** La longitud de onda de la luz utilizada y el potencial de frenado en la segunda medida.

$$E_{fotón\ inc.} = W_0 + (E_{c,máx})_{e^-\ emitido} = 1,7.10^{-19} + (1,89 \cdot 1,6.10^{-19}) = 4,724.10^{-19}\ J$$

$$E_{fotón\ inc.} = h \cdot \frac{c}{\lambda} \;\Rightarrow\; \lambda = \frac{h \cdot c}{E_{fotón\ inc.}} = \frac{6,63.10^{-34} \cdot 3.10^{8}}{4,724.10^{-19}} = 4,21.10^{-7}\ m = 421\ nm$$

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:

$$|q| \cdot \Delta V = \Delta E_c \;\Rightarrow\; |q| \cdot \Delta V = E_{c,máx} \;\Rightarrow\; \Delta V = \frac{E_{c,máx}}{|q|} = \frac{(1,89 \cdot 1,6.10^{-19})}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,89\ V$$

Ejercicio 10. [2,5 PUNTOS] Se dispone de una muestra de 50 mg de ^{241}Am cuyo período de semidesintegración es de 432 años y su masa atómica es 241 u. Calcular:

DATOS: Número de Avogadro: N_A = 6,02·10^{23} mol^{-1}.

a) **[1,25 PUNTOS]** El tiempo necesario para que la muestra se reduzca a 10 mg.

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \;\Rightarrow\; \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{432} = 1,6 \cdot 10^{-3}\ año^{-1} = 5,09.10^{-11}\ s^{-1}$$

$$m = m_0 \,.\, e^{-\lambda\,.\,t} \;\Rightarrow\; 10 = 50\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \;\Rightarrow\; \ln\ 0,2 = -\lambda\,.\,t$$

$$t = -\frac{\ln\ 0,2}{\lambda} = -\frac{(-1,609)}{1,6.10^{-3}} = 1005,6\ años = 3,17.10^{10}\ s$$

b) **[1,25 PUNTOS]** Los valores de la actividad inicial y final.

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 = 5,09.10^{-11} \cdot \frac{5.10^{-2}}{241} \cdot 6,02.10^{23} = 6,36.10^{9}\ Bq$$

$$A = \lambda \cdot N = 5,09.10^{-11} \cdot \frac{1.10^{-2}}{241} \cdot 6,02.10^{23} = 1,27.10^{9}\ Bq$$