# EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

Universidad de Cantabria

## LOMCE – JULIO 2023

# FÍSICA

**INDICACIONES**

- **El alumnado 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] En una cuerda se propaga una onda armónica descrita por la función:

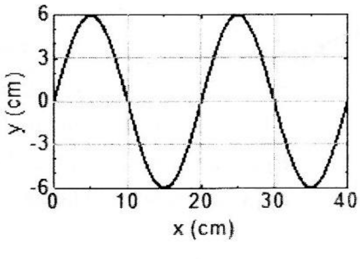
$$y(x,t) = a\cos\left(bt - \frac{2\pi}{c}x\right)$$

**a)** [1 PUNTO] ¿Qué magnitudes físicas representan a, b y c y cuáles son sus unidades en el Sistema Internacional?

**b)** [0,75 PUNTOS] Suponiendo que los parámetros a, b y c son números positivos, ¿qué información aporta sobre la onda el signo negativo de la expresión?

**c)** [0,75 PUNTOS] ¿Qué magnitud física representa el cociente bc/2π?

**Ejercicio 2.** [2,5 PUNTOS] Una onda armónica transversal (ver figura) se propaga con velocidad $v = 40$ cm/s en el sentido negativo del eje $x$. Inicialmente, en el punto $x = 0$, la elongación es nula y la velocidad transversal positiva.




**a)** [1 PUNTO] Determinar la amplitud, la longitud de onda y la frecuencia de la onda.

**b)** [0,5 PUNTOS] Determinar la expresión de la función de onda.

**c)** [1 PUNTO] Determinar la velocidad transversal del punto de la onda situado en $x = 5$ centímetros, en función del tiempo.

## Bloque 2

**Ejercicio 3.** [2,5 PUNTOS] Un rayo de luz monocromática, de 550 nm de longitud de onda, se propaga por el aire e incide sobre una lámina de vidrio de caras planas y paralelas, con ángulo de incidencia $\theta = 30$ ° respecto a la normal. El rayo atraviesa la lámina y sale nuevamente al aire.

**a)** [1 PUNTO] Calcular los ángulos de refracción a la entrada y a la salida de la lámina de vidrio, dibujando un esquema de la trayectoria seguida por el rayo durante el proceso.

**b)** [0,75 PUNTOS] Calcular la velocidad, longitud de onda y frecuencia de la luz en el aire y en el vidrio.

**c)** [0,75 PUNTOS] Si el rayo luminoso se dirigiera desde el vidrio hacia el aire, ¿a partir de qué ángulo de incidencia se produciría la reflexión total?

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

**Ejercicio 4.** [2,5 PUNTOS] Se dispone de una lente delgada convergente de 20 cm de distancia focal. Determinar, indicando la naturaleza de la imagen junto con el trazado de rayos correspondiente, las posiciones donde debe colocarse un objeto real situado a la izquierda de la lente para que la imagen formada sea:

**a)** [1,25 PUNTOS] Derecha y de tamaño doble que el objeto.

**b)** [1,25 PUNTOS] Invertida y de tamaño mitad que el objeto.

## Bloque 3

**Ejercicio 5.** [2,5 PUNTOS] Un cuerpo de masa $8\times10^8$ kg se encuentra fijado en el punto (100, 0) m de un cierto sistema de referencia. Otro cuerpo de masa $2\times10^8$ kg se encuentra fijado en el punto (0, 50) m.

**a)** [1 PUNTO] Calcular y representar gráficamente el vector campo gravitatorio debido a los dos cuerpos en el punto (0, 0) m.

**b)** [1 PUNTO] Calcular el potencial gravitatorio debido a los dos cuerpos en los puntos (0, 0) m y (100, 50) m.

**c)** [0,5 PUNTOS] Calcular el trabajo realizado por el campo gravitatorio sobre una masa de $10^4$ kg cuando se desplaza desde el punto (0, 0) m hasta el punto (100, 50) m.

**Ejercicio 6.** [2,5 PUNTOS] Un satélite artificial de masa m = 1000 kg describe una órbita circular alrededor de la Tierra, a velocidad v = 6 km/s.

**a)** [1 PUNTO] Calcular la altura $h$ a la que se encuentra desde la superficie terrestre.

**b)** [0,5 PUNTOS] Calcular las órbitas completas que describe el satélite en un día alrededor de la Tierra.

**c)** [1 PUNTO] Calcular la energía cinética, la energía potencial gravitatoria y la energía total del satélite.

## Bloque 4

**Ejercicio 7.** [2,5 PUNTOS] Una carga eléctrica negativa $q_1 = -2$ μC se encuentra en el origen de coordenadas. Otra carga eléctrica negativa $q_2 = -1$ μC se acerca desde el infinito hasta el punto (0,5) m.

**a)** [1,25 PUNTOS] Calcular el trabajo realizado para llevar la carga $q_2$ hasta dicho punto. Razonar el significado físico del signo de dicho trabajo.

**b)** [1,25 PUNTOS] Determinar la posición del punto del eje Y, situado entre ambas cargas, en el que una carga positiva $q$ estaría en equilibrio electrostático.

**Ejercicio 8.** [2,5 PUNTOS] Una espira circular, de radio 3 cm, se encuentra inicialmente centrada en el origen de coordenadas, con su vector superficie paralelo al eje X. La espira gira en torno al eje Z, con una frecuencia de 20 Hz y se encuentra en el seno de un campo magnético $\vec{B} = 4\vec{i}$ T.

**b)** [1,25 PUNTOS] Hallar la expresión para el flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo.

**c)** [1,25 PUNTOS] Hallar la expresión para la fuerza electromotriz inducida sobre la espira en función del tiempo.

## Bloque 5

**Ejercicio 9.** [2,5 PUNTOS] La energía de extracción (o función de trabajo) del zinc es de 4.3 eV. Si se ilumina la superficie de este material con luz de longitud de onda $\lambda = 200$ nm. Calcular:

**a)** [1 PUNTO] La frecuencia umbral del metal.

**b)** [1,5 PUNTOS] El potencial de frenado de los electrones emitidos.

**DATO:** 1 eV = $1.6\times10^{-19}$ J.

**Ejercicio 10.** [2,5 PUNTOS] Una muestra radiactiva tiene una actividad de 5000 Bq en el momento de su obtención. Al cabo de 2 horas su actividad es de 1000 Bq. Calcular:

**a)** [1 PUNTO] El valor de la constante de desintegración radiactiva y el periodo de semidesintegración de la muestra.

**b)** [0,75 PUNTOS] El número inicial de núcleos.

**c)** [0,75 PUNTOS] Los núcleos que quedan al cabo de 3 horas.

**BLOQUE 1**

**Ejercicio 1. [2,5 PUNTOS]** En una cuerda se propaga una onda armónica descrita por la función:

$$y\,(x,t) = a \cdot cos\left(bt - \frac{2\pi}{c}x\right)$$

a) **(1 p)** ¿Qué magnitudes físicas representan a, b y c y cuáles son sus unidades en el Sistema Internacional?

**La ecuación general de una onda unidimensional que se propaga en el sentido negativo del eje X es:**

$$y\,(x,t) = A \cdot cos\,(\omega t - kx + \varphi_0) = A \cdot cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi_0\right) = A \cdot cos\left(2\pi f t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi_0\right)$$

**Por identificación:**

**a = A (amplitud, m);** **b = ω (pulsación, rad/s);** **c = λ (longitud de onda, m)**

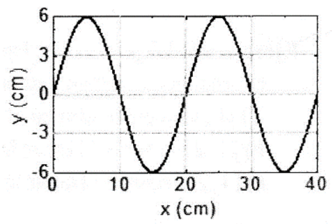
b) **(0,75 p)** Suponiendo que los parámetros a, b y c son números positivos, ¿qué información aporta sobre la onda el signo negativo de la expresión?

**Indica que la onda se propaga en el sentido positivo del eje OX.**

c) **(0,75 p)**¿Qué magnitud física representa el cociente $\frac{bc}{2\pi}$?

$$\frac{bc}{2\pi} = \frac{\omega \cdot \lambda}{2\pi} = \frac{2\pi f \cdot \lambda}{2\pi} = f \cdot \lambda = v\ (velocidad\ de\ propagación)$$

**Ejercicio 2. [2,5 PUNTOS]** Una onda armónica transversal (ver figura) se propaga con velocidad v = 40 cm/s en el sentido negativo del eje X. Inicialmente, en el punto x = 0, la elongación es nula y la velocidad transversal positiva.




a) **(1 p)** Determinar la amplitud, la longitud de onda y la frecuencia de la onda.

**De la gráfica extraemos que A = 6 cm = 0,06 m y que λ = 20 cm = 0,2 m.**

**Por otro lado:**

$$v = \lambda \cdot f \ \Rightarrow \ f = \frac{v}{\lambda} = \frac{0,4}{0,2} = 2\ Hz$$

b) **(0,75 p)** Determinar la expresión de la función de onda.

**Sabemos que se desplaza en el sentido negativo del eje X y que $y(x=0, t=0) = 0$ y que $v(x=0, t=0) > 0$.**

**Calculamos la pulsación y el número de ondas:**

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 2 = 4\pi\ rad/s; \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,2} = 10\pi\ rad/m$$

**La ecuación general de una onda que se propaga en el sentido negativo del eje X es:**

$$y\,(x,t) = A \cdot sen\,(kx + \omega t + \varphi_0)$$

**En nuestro caso:**

$$y\,(x,t) = 0,06 \cdot sen\,(10\pi x + 4\pi t + \varphi_0)$$

**Para calcular la fase inicial:**

$$y\,(x=0, t=0) = 0 \quad \Rightarrow \quad sen\,(\varphi_0) = 0 \quad \Rightarrow \quad \varphi_0 = \begin{cases} 0\,rad \\ \pi\,rad \end{cases}$$

**Para discriminar entre ambos valores, calculamos la velocidad en el origen en el instante inicial:**

$$v = \frac{dy}{dt} = 0,24\pi \cdot cos\,(10\pi x + 4\pi t + \varphi_0)$$

**Por lo tanto:**

$$v(x=0, t=0) > 0 \quad \Rightarrow \quad 0,24\pi \cdot cos\,(\varphi_0) > 0 \quad \Rightarrow \quad cos\,(\varphi_0) > 0 \quad \Rightarrow \quad \varphi_0 = 0\,rad$$

**De modo que la ecuación de la onda es:**

$$y\,(x,t) = 0,06 \cdot sen\,(10\pi x + 4\pi t) \quad (m; s)$$

c) **(0,75 p)** Determinar la velocidad transversal del punto de la onda situado en x = 5 centímetros, en función del tiempo.

$$v\,(x,t) = \frac{dy}{dt} = 0,24\pi \cdot cos\,(10\pi x + 4\pi t) \quad \Rightarrow \quad v\,(x = 0,05, t) = 0,24\pi \cdot cos\,(10\pi \cdot 0,05 + 4\pi t)$$

$$v\,(x = 0,05, t) = [0,24\pi \cdot cos\,(0,5\pi + 4\pi t)]\; m/s$$

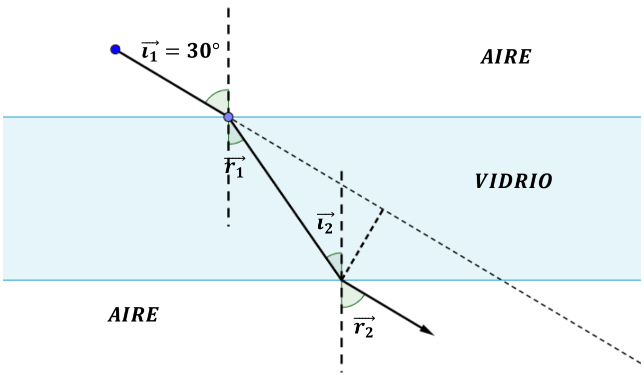
## BLOQUE 2

**Ejercicio 3. [2,5 PUNTOS]** Un rayo de luz monocromática, de 550 nm de longitud de onda, se propaga por el aire e incide sobre una lámina de vidrio de caras planas y paralelas, con ángulo de incidencia θ = 30 ° respecto a la normal. El rayo atraviesa la lámina y sale nuevamente al aire.

**DATOS:** Índice de refracción del aire: $n_{aire} = 1$ Índice de refracción del aire: $n_{vidrio} = 1,5$

a) **(1 p)** Calcular los ángulos de refracción a la entrada y a la salida de la lámina de vidrio, dibujando un esquema de la trayectoria seguida por el rayo durante el proceso.

**Aplicando la ley de Snell de la refracción:**




**Aire - Vidrio**

$$n_a \cdot sen\;\widehat{\imath_1} = n_v \cdot sen\;\widehat{r_1}$$

$$1 \cdot sen\;30° = 1,5 \cdot sen\,\widehat{r_1} \quad \Rightarrow \quad \widehat{r_1} = 19,47°$$

**Vidrio – Aire**

**Por geometría:** $\widehat{\imath_2} = \widehat{r_1}$

$$n_v \cdot sen\;\widehat{\imath_2} = n_a \cdot sen\;\widehat{r_2}$$

$$1,5 \cdot sen\,19,47° = 1 \cdot sen\,\widehat{r_2} \quad \Rightarrow \quad \widehat{r_2} = 30°$$

b) **(0,75 p)** Calcular la velocidad, longitud de onda y frecuencia de la luz en el aire y en el vidrio.

**La frecuencia de la luz es la misma en ambos medios:**

$$f_a = f_v = \frac{c}{\lambda_a} = \frac{3.10^8}{5,5.10^{-7}} = 5,45.10^{14}\;Hz$$

$$v_a = \frac{c}{n_a} = \frac{3.10^8}{1} = 3.10^8\;m/s; \qquad v_v = \frac{c}{n_v} = \frac{3.10^8}{1,5} = 2.10^8\;m/s$$

$$\lambda_a = 200\ nm = 2.10^{-7}\ m; \qquad \lambda_v = \frac{v_v}{f_v} = \frac{2.10^8}{5,45.10^{14}} = 3,67.10^{-7}\ m = 367\ nm$$

c) **(0,75 p)** Si el rayo luminoso se dirigiera desde el vidrio hacia el aire, ¿a partir de qué ángulo de incidencia se produciría la reflexión total?

**Se llama ángulo límite al ángulo de incidencia para el cual el ángulo de refracción es de 90º. Si el rayo incide con un ángulo superior al ángulo límite, no se produce refracción solo reflexión (reflexión total).**

**Calculamos el ángulo límite para que en la segunda cara se produzca reflexión total:**

$$n_v \cdot sen\,\hat{\imath} = n_a \cdot sen\,\hat{r} \quad \Rightarrow \quad 1,5 \cdot sen\,\hat{\imath_l} = 1 \cdot\ sen\,90° \quad \Rightarrow \quad \hat{\imath_l} = 41,8°$$

**Si el ángulo de incidencia es superior a 56,4º el rayo sufre reflexión total.**

**Ejercicio 4. [2,5 PUNTOS]** Se dispone de una lente delgada convergente de 20 cm de distancia focal. Determinar, indicando la naturaleza de la imagen junto con el trazado de rayos correspondiente, las posiciones donde debe colocarse un objeto real situado a la izquierda de la lente para que la imagen formada sea:

a) **(1,25 p)** Derecha y de tamaño doble que el objeto.

**Para una lente delgada:**

$$M_L = \frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad 2 = \frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad s' = 2s$$

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

$$f' = 20\ cm$$

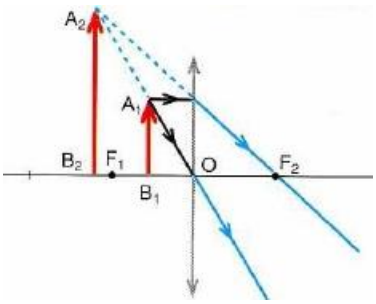
**Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:**

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2s} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad -\frac{1}{2s} = \frac{1}{f'}$$

$$s = -\frac{f'}{2} = -\frac{20}{2} = -10\ cm$$

$$s' = 2s = 2 \cdot (-10) = -20\ cm$$

$$s' < 0 \quad \Rightarrow \quad Imagen\ virtual\ delante\ de\ la\ lente)$$




b) **(1,25 p)** Invertida y de tamaño mitad que el objeto.

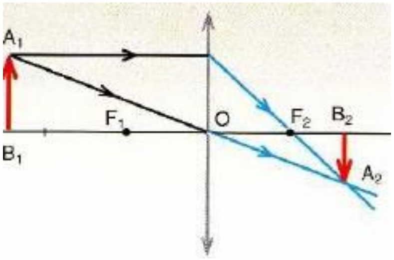
$$M_L = \frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad -\frac{1}{2} = \frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad s' = -\frac{s}{2}$$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{-\left(\frac{s}{2}\right)} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad -\frac{3}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$s = -3f' = -3 \cdot 20 = -60\ cm$$

$$s' = -\frac{s}{2} = -\frac{(-60)}{2} = 30\ cm$$

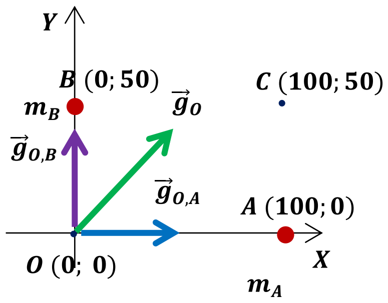
$$s' > 0 \quad \Rightarrow \quad Imagen\ real\ (por\ detrás\ de\ la\ lente)$$



## BLOQUE 3

**Ejercicio 5. [2,5 PUNTOS]** Un cuerpo de masa $8.10^8$ kg se encuentra fijado en el punto (100, 0) m de un cierto sistema de referencia. Otro cuerpo de masa $2.10^8$ kg se encuentra fijado en el punto (0, 50) m.

a) **(1 p)** Calcular y representar gráficamente el vector campo gravitatorio debido a los dos cuerpos en el punto (0, 0) m.




$$\vec{g}_{O,A} = G \cdot \frac{m_A}{(r_{O,A})^2}\ \vec{\imath} = 6,7.10^{-11} \cdot \frac{8.10^8}{(100)^2}\ \vec{\imath} = 5,36.10^{-6}\,\vec{\imath}\ \ N/kg$$

$$\vec{g}_{O,B} = G \cdot \frac{m_B}{(r_{O,B})^2}\ \vec{\jmath} = 6,7.10^{-11} \cdot \frac{2.10^8}{(50)^2}\ \vec{\jmath} = 5,36.10^{-6}\,\vec{\jmath}\ \ N/kg$$

$$\vec{g}_O = \vec{g}_{O,A} + \vec{g}_{O,B} = (5,36.10^{-6}\,\vec{\imath} + 5,36.10^{-6}\,\vec{\jmath})\ \ N/kg$$

$$|\vec{g}_O| = \sqrt{(5,36.10^{-6})^2 + (5,36.10^{-6})^2} = 7,58.10^{-10}\ \ N/kg$$

b) **(1 p)** Calcular el potencial gravitatorio debido a los dos cuerpos en los puntos (0, 0) m y (100, 50) m.

$$V_O = V_{O,A} + V_{O,B} = -G \cdot \left(\frac{m_A}{r_{O,A}} + \frac{m_B}{r_{O,B}}\right) = -6,7.10^{-11} \cdot \left(\frac{8.10^8}{100} + \frac{2.10^8}{50}\right) = -8,04.10^{-4}\ \ J/kg$$

$$V_C = V_{C,A} + V_{C,B} = -G \cdot \left(\frac{m_A}{r_{C,A}} + \frac{m_B}{r_{C,B}}\right) = -6,7.10^{-11} \cdot \left(\frac{8.10^8}{50} + \frac{2.10^8}{100}\right) = -1.21.10^{-3}\ \ J/kg$$

c) **(0,5 p)** Calcular el trabajo realizado por el campo gravitatorio sobre una masa de $10^4$ kg cuando se desplaza desde el punto (0, 0) m hasta el punto (100, 50) m.

$$(W_{C\to D})_{F\ gravitatoria} = m' \cdot (V_O - V_C) = 10^4 \cdot [-8,04.10^{-4} - (-1,21.10^{-3})] = 4,06\ J$$

**La masa es trasladada espontáneamente por la fuerza gravitatoria. El trabajo realizado por esta fuerza supone una pérdida equivalente de energía potencial gravitatoria de la masa trasladada. El resultado es lógico, ya que la masa trasladada se acerca más a la masa $m_A$ que es mayor y la atrae con más fuerza.**

**Ejercicio 6. [2,5 PUNTOS]** Un satélite artificial de masa m = 1000 kg describe una órbita circular alrededor de la Tierra, a velocidad v = 6 km/s.

a) **(1 p)** Calcular la altura *h* a la que se encuentra desde la superficie terrestre.

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

$$F_G = m \cdot a_n \quad \Rightarrow \quad G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} = m \cdot \frac{(v_{orb})^2}{r} \quad \Rightarrow \quad r = \frac{G \cdot M}{(v_{orb})^2} = \frac{6,67.10^{-11} \cdot 6.10^{24}}{(6.10^3)^2} = 1,11.10^7\ m$$

$$h = r - R_T = 1,11.10^7 - 6,37.10^6 = 4,73.10^6\ m = 4730\ km$$

b) **(0,5 p)** Calcular las órbitas completas que describe el satélite en un día alrededor de la Tierra.

**Calculamos en primer lugar el período orbital:**

$$T = \frac{2\pi \cdot r}{v_0} = \frac{2\pi \cdot 1,11.10^7}{6.10^3} \cong 11624\ s \cong 3,23\ h$$

$$n = \frac{24}{3,23} = 7,43$$

**El satélite realiza 7 órbitas completas en un día.**

c) **(1 p)** Calcular la energía cinética, la energía potencial gravitatoria y la energía total del satélite.

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{orb})^2 = \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot \left(6.10^3\right)^2 = 1,8.10^{10}\ J$$

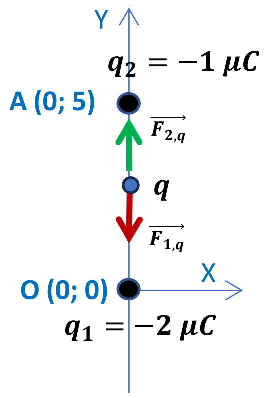
$$E_p = -G.\frac{M_T \cdot m}{r} = -6,67.10^{-11}.\frac{6.10^{24} \cdot 1000}{1,11.10^7} = -3,6 \cdot 10^{10}\ J$$

$$E_m = E_c + E_p = 1,8.10^{10} + \left(-3,6 \cdot 10^{10}\right) = -1,8.10^{10}\ J$$

**BLOQUE 4**

**Ejercicio 7. [2,5 PUNTOS]** Una carga eléctrica negativa $q_1$ = -2 μC se encuentra en el origen de coordenadas. Otra carga eléctrica negativa $q_2$= -1 μC se acerca desde el infinito hasta el punto (0,5) m.

a) **(1,25 p)** Calcular el trabajo realizado para llevar la carga $q_2$ hasta dicho punto. Razonar el significado físico del signo de dicho trabajo.




$$V_A = V_{O,A} = K \cdot \frac{q_1}{r_{O,A}} = 9.10^9 \cdot \frac{(-2.10^{-6})}{5} = -3600\ V$$

$$V_{0,\infty} = 0\ V\ (por\ convenio)$$

$$(W_{\infty\to A})_{F\ eléctrica} = q_2 \cdot (V_{O,\infty} - V_{O,A})$$

$$(W_{\infty\to A})_{F\ eléctrica} = -1.10^{-6}.[0 - (-3600)] = -3,6.10^{-3}\ J$$

**El proceso no es espontáneo, para trasladar la carga es necesaria una fuerza externa. El resultado es lógico, ya que cargas del mismo signo se repelen y lo que estamos haciendo es acercar una carga negativa a otra carga negativa.**

b) **(1,25 p)** Determinar la posición del punto del eje Y, situado entre ambas cargas, en el que una carga positiva *q* estaría en equilibrio electrostático.

**Para que la carga q esté en equilibrio:**

$$\left|\vec{F}_{1,q}\right| = \left|\vec{F}_{2,q}\right| \Rightarrow K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q|}{x^2} = K \cdot \frac{|q_2| \cdot |q|}{(5-x)^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{x^2} = \frac{|q_2|}{(5-x)^2} \Rightarrow \frac{x^2}{(5-x)^2} = \frac{|q_1|}{|q_2|}$$

$$\frac{x}{5-x} = 2 \Rightarrow x = 10 - 2x \Rightarrow x = \frac{10}{3} = 3,33\ m$$

**La carga debe estar situada a 3,33 m sobre el eje Y de la carga $q_1$.**

**Ejercicio 8. [2,5 PUNTOS]** Una espira circular, de radio 3 cm, se encuentra inicialmente centrada en el origen de coordenadas, con su vector superficie paralelo al eje X. La espira gira en torno al eje Z, con una frecuencia de 20 Hz y se encuentra en el seno de un campo magnético $\vec{B} = 4\vec{\imath}\ T$.

a) **(1,25 p)** Hallar la expresión para el flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo.

**Por definición el flujo magnético que atraviesa una superficie es:**

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos\theta$$

**Siendo θ el ángulo formado entre los vectores intensidad de campo magnético y superficie.**

**Como la espira está girando con movimiento circular uniforme, este ángulo va variando a lo largo del tiempo de acuerdo a:**

$$\theta = \theta_0 + \omega \cdot t = 2\pi f \cdot t\ \ (rad/s)\ \ \ ya\ que\ \theta_0 = 0\ rad.$$

**El flujo que atraviesa la espira será:**

$$\phi(t) = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos\theta = B \cdot S \cdot \cos(2\pi f \cdot t) = 4 \cdot (\pi \cdot 0{,}03^2) \cdot \cos(40\pi t) = 1{,}13.10^{-2} \cdot \cos(40\pi t)\, Wb$$

b) **(1,25 p)** Hallar la expresión para la fuerza electromotriz inducida sobre la espira en función del tiempo.

**Para calcular la f.e.m. inducida aplicamos la ley de Faraday-Lenz:**

$$\varepsilon_{ind} = -N \cdot \frac{d\phi}{dt} = -N \cdot \frac{d\left(1{,}13.10^{-2} .\ \cos(40\pi t)\right)}{dt} = -1\left(1{,}13.10^{-2} . 40\pi . -sen\ (40\pi t)\right)$$

$$\varepsilon_{ind} = [1{,}42 \cdot sen\ (40\pi \cdot t)]\ V$$

**<u>BLOQUE 5</u>**

**Ejercicio 9. [2,5 PUNTOS]** La energía de extracción (o función de trabajo) del zinc es de 4,3 eV. Si se ilumina la superficie de este material con luz de longitud de onda $\lambda$ = 200 nm. Calcular:

**DATO:** 1 eV = $1{,}6.10^{-19}$ J.

a) **(1 p)** La frecuencia umbral del metal.

**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.**

$$W_0 = h \cdot f_0 \quad \Rightarrow \quad f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{4{,}3 \cdot 1{,}6.10^{-19}}{6{,}63.10^{-34}} = 1{,}04.10^{15}\ Hz$$

b) **(1,5 p)** El potencial de frenado de los electrones emitidos.

**Si aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:**

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

$$E_{c,máx} = 6{,}63.10^{-34} \cdot \frac{3.10^8}{2.10^{-7}} - (4{,}3 \cdot 1{,}6.10^{-19}) = 3{,}065.10^{-19}\ J$$

**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:**

$$|q| \cdot \Delta V = \Delta E_c \quad \Rightarrow \quad |q| \cdot \Delta V = E_{c,máx} \quad \Rightarrow \quad \Delta V = \frac{E_{c,máx}}{|q|} = \frac{3{,}065.10^{-19}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 1{,}92\ V$$

**Ejercicio 10. [2,5 PUNTOS]** Una muestra radiactiva tiene una actividad de 5000 Bq en el momento de su obtención. Al cabo de 2 horas su actividad es de 1000 Bq. Calcular:

a) **(1 p)** El valor de la constante de desintegración radiactiva y el periodo de semidesintegración de la muestra.

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = -\lambda \cdot t \Rightarrow ln\left(\frac{1000}{5000}\right) = -\lambda \cdot (2 \cdot 3600) \quad \Rightarrow \quad \lambda = 2{,}24.10^{-4}\ s^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{ln\,2}{\lambda} = \frac{ln\,2}{2{,}24.10^{-4}} = 3094{,}4\ s \cong 0{,}86\ h$$

b) **(0,75 p)** El número inicial de núcleos.

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 \quad \Rightarrow \quad N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{5000}{2,24.10^{-4}} = 2,23.10^7 \; núcleos$$

c) **(0,75 p)** Los núcleos que quedan al cabo de 3 horas.

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 2,23.10^7 \cdot e^{-(0,86 \cdot 3)} \cong 1,7.10^6 \; núcleos$$

**También puede resolverse:**

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 5000 \cdot e^{-(0,86 \cdot 3)} = 378,9 \; Bq$$

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{378,9}{2,24.10^{-4}} \cong 1,7.10^7 \; núcleos$$