UC
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOMCE – JUNIO 2021

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] Una onda armónica transversal de 6 milímetros de amplitud, 0,025 metros de longitud de onda y 50 milisegundos de periodo, se propaga hacia la parte positiva del eje x. Inicialmente, en el punto $x = 0$, la elongación es nula y la velocidad transversal positiva.

a) [1 PUNTO] Escribir la ecuación de onda.
b) [0,5 PUNTOS] Calcular la velocidad de propagación de la onda.
c) [0,5 PUNTOS] Calcular la diferencia de fase entre dos puntos separados 1 centímetro.
d) [0,5 PUNTOS] Determinar la velocidad transversal del punto de la onda situado en $x = 2$ centímetros, en función del tiempo.

Ejercicio 2. [2,5 PUNTOS] Un avión a reacción produce una onda sonora cuyo nivel de intensidad a 1 m de distancia es de 180 dB. Calcular:

a) [1 PUNTO] La intensidad sonora en ese punto.
b) [0,75 PUNTOS] La potencia del sonido emitido por el motor del avión.
c) [0,75 PUNTOS] La distancia mínima a la que hay que situarse del avión para no sentir dolor.

DATOS: La mínima intensidad que puede percibir el oído humano es $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2.
Se siente dolor cuando la intensidad supera 1 W/m^2.

Bloque 2

Ejercicio 3. [2,5 PUNTOS] Una lámina de caras planas y paralelas de 5 cm de espesor e índice de refracción $n_2 = 1,5$ se encuentra entre dos materiales de índices de refracción $n_1 = 1,2$ y $n_3 = 1$. Un rayo de luz monocromática de $5 \cdot 10^{14}$ Hz de frecuencia, incide desde el medio 1 en la lámina, con un ángulo de 30 ° respecto a la normal. Calcular:

a) [0,5 PUNTOS] La longitud de onda del rayo en la lámina.
b) [1 PUNTO] Los dos ángulos de refracción, con un dibujo explicativo.
c) [1 PUNTO] El ángulo límite de entrada a la lámina para que salga el rayo al tercer medio.

Ejercicio 4. [2,5 PUNTOS] Se dispone de una lente delgada convergente de distancia focal en valor absoluto de 25 cm. Calcular, efectuando un trazado de rayos cualitativo:

a) [1 PUNTO] La posición y altura de la imagen formada por la lente si un objeto de 5 cm de altura se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 15 cm.

b) [1 PUNTO] La posición y altura de la imagen formada por la lente si un objeto de 3 cm de altura se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 35 cm.

c) [0,5 PUNTOS] La naturaleza (real/virtual, derecha/invertida, mayor/menor) de las imágenes formadas en los apartados a) y b).

Bloque 3

Ejercicio 5. [2,5 PUNTOS] Dos masas idénticas, de 1000 kg, están situadas en los puntos (0, –2) y (0, +2). Todas las distancias se dan en metros.

a) [1 PUNTO] Calcular y representar gráficamente el vector campo gravitatorio en el punto (+2, 0), así como la fuerza gravitatoria que experimenta una masa de 10 kg situada en ese punto.

b) [0,75 PUNTOS] Calcular el potencial gravitatorio en los puntos (+2, 0) y (–4, 0) debido a las dos masas de 1000 kg.

c) [0,75 PUNTOS] Calcular el trabajo realizado por el campo gravitatorio sobre una masa de 2 kg cuando se desplaza desde el punto (+2, 0) hasta el punto (–4, 0).

Ejercicio 6. [2,5 PUNTOS] Un pequeño satélite de 1500 kg de masa, describe una órbita circular alrededor de Marte, a una altura de 5000 km sobre su superficie.

a) [1 PUNTO] Calcular el periodo del movimiento orbital del satélite.

b) [0,75 PUNTOS] Calcular la energía cinética, la energía potencial gravitatoria y la energía total del satélite.

c) [0,75 PUNTOS] ¿Cuánto pesaría el satélite en la superficie de Marte? ¿Y en la superficie de la Tierra?

DATOS: Masa de Marte: $M_M = 6{,}4 \times 10^{23}$ kg.
Radio de Marte: $R_M = 3390$ km.

Bloque 4

Ejercicio 7. [2,5 PUNTOS] Dos cargas eléctricas puntuales de valor 5 μC y –3 μC, se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (2, 0) y (–4, 0) respectivamente. Todas las distancias se dan en metros.

a) [1 PUNTO] Calcular y representar gráficamente el vector campo eléctrico en el punto (0, 2).

b) [1 PUNTO] Calcular el trabajo realizado por el campo eléctrico sobre una carga de 2 μC cuando se desplaza desde el punto (0, 2) hasta el infinito.

c) [0,5 PUNTOS] ¿Existe algún punto del eje x (eje de abscisas) en el que se anule el campo eléctrico? En caso afirmativo, calcular su posición.

Ejercicio 8. [2,5 PUNTOS] Un campo magnético espacialmente uniforme, y variable en el tiempo, según la expresión $B(t) = 0{,}1 \cos(2t)$ T, atraviesa perpendicularmente una espira circular de 6 centímetros de radio.

a) [1 PUNTO] Hallar la expresión para el flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo.

b) [1 PUNTO] Hallar la expresión para la fuerza electromotriz inducida sobre la espira en función del tiempo.

c) [0,5 PUNTOS] ¿Es la fuerza electromotriz inducida una función periódica? En caso afirmativo, hallar su periodo.

Bloque 5

Ejercicio 9. [2,5 PUNTOS] Al iluminar un metal en un experimento con luz monocromática, se obtiene que el potencial de frenado es de −1.39 V. La frecuencia umbral de ese metal es $4{,}52 \cdot 10^{14}$ Hz. Calcular:

a) [0,5 PUNTOS] El trabajo de extracción.

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

c) [1 PUNTO] La longitud de onda de la luz incidente.

Ejercicio 10. [2,5 PUNTOS] El periodo de semidesintegración de un elemento radioactivo es de 12,32 años. Calcular:

a) [1 PUNTO] La constante de desintegración y la vida media.

b) [1,5 PUNTOS] El tiempo transcurrido si una muestra del elemento radioactivo ha reducido su actividad al 10 % de su valor inicial.

BLOQUE 1

Ejercicio 1. [2,5 PUNTOS] Una onda armónica transversal de 6 mm de amplitud, 0,025 metros de longitud de onda y 50 milisegundos de período, se propaga hacia la parte positiva del eje X. Inicialmente, en el punto x = 0. La elongación es nula y la velocidad es positiva.

a) **(1 p)** Escribir la ecuación de onda.

Los datos del problema son:

$$A = 6\,mm = 6.10^{-3}\ m; \qquad \lambda = 0,025\,m; \qquad T = 50\,ms = 0,05\,s$$

Sabemos que se desplaza en el sentido positivo 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:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,05} = 40\pi\ rad/s; \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,025} = 80\pi\ rad/m$$

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

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

En nuestro caso:

$$y\,(x,t) = 6.10^{-3} \cdot sen\,(80\pi x - 40\pi t + \varphi_0)$$

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:

$$v = \frac{dy}{dt} = -0,24\pi \cdot cos\,(80\pi x - 40\pi t + \varphi_0)$$

Por lo tanto:

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

De modo que la ecuación de la onda es:

$$y\,(x,t) = 6.10^{-3} \cdot sen\,(80\pi x - 40\pi t + \pi)\quad (m; s)$$

b) **(0,5 p)** Calcular la velocidad de propagación de la onda.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,025}{0,05} = 0,5\,m/s$$

c) **(0,5 p)** Calcular la diferencia de fase entre dos puntos separados 1 centímetro.

$$\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta x} \quad \Rightarrow \Delta\varphi = 2\pi \cdot \frac{\Delta x}{\lambda} = 2\pi \cdot \frac{0,01}{0,025} = 0,8\pi\ rad$$

También puede resolverse:

$$\Delta\varphi = (80\pi x_2 - 40\pi t + \varphi_0) - (80\pi x_1 - 40\pi t + \varphi_0) = 80\pi \cdot \Delta x = 80\pi \cdot 0,01 = 0,8\pi\,rad$$

d) **(0,5 p)** Determinar la velocidad transversal del punto de la onda situado en x = 2 cm, en función del tiempo.

Utilizando la expresión de la velocidad obtenida anteriormente:

$$v\,(x,t) = \frac{dy}{dt} = -0,24\pi \cdot cos\,(80\pi x - 40\pi t + \varphi_0)$$

$$v\,(x=0,02,t)=\frac{dy}{dt}=-0,24\pi\cdot cos\,(80\pi\cdot 0,02-40\pi t+\varphi_0)=-0,24\pi\cdot cos\,(1,6\pi-40\pi t+\varphi_0)\;\;(m/s)$$

Ejercicio 2. [2,5 PUNTOS] Un avión a reacción produce una onda sonora cuyo nivel de intensidad a 1 m de distancia es de 180 dB. Calcular:

DATOS: Intensidad umbral es I_0 = 10^{-12} W/m^2
Se siente dolor cuando la intensidad supera 10^{-12} W/m^2

a) **(1 p)** La intensidad sonora en ese punto.

De acuerdo con 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:

$$S=10\cdot log\left(\frac{I_1}{I_0}\right)\;\Rightarrow\;180=10\cdot log\left(\frac{I_1}{10^{-12}}\right)\;\Rightarrow\;18=log\left(\frac{I_1}{10^{-12}}\right)\;\Rightarrow\;I_1=10^{-12}\cdot 10^{18}=10^{6}\,W/m^2$$

b) **(0,75 p)** La potencia del sonido emitido por el motor del avión.

Como el sonido se propaga en forma de ondas esféricas:

$$I=\frac{P}{S}=\frac{P}{4\pi r^2}\quad\Rightarrow\quad P=I\cdot 4\pi r^2=10^6\cdot 4\pi(1)^2=1,26.10^7\;\;W$$

c) **(0,75 p)** La distancia mínima a la que hay que situarse del avión para no sentir dolor.

Como la potencia de la fuente es constante y deja de sentirse dolor cuando la intensidad del sonido es inferior a 1 W/m^2:

$$I_1\cdot(r_1)^2=I_2\cdot(r_2)^2\quad\Rightarrow\quad r_2=r_1\cdot\sqrt{\frac{I_1}{I_2}}=1\cdot\sqrt{\frac{10^6}{1}}=1000\,m$$

Debemos situarnos a una distancia superior a 1 km para no sentir dolor.

<u>BLOQUE 2</u>

Ejercicio 3. [2,5 PUNTOS] Una lámina de caras planas y paralelas, de 5 cm de espesor e índice de refracción n_2 = 1,5 se encuentra entre dos materiales de índice de refracción, n_1 = 1,2 y n_3 = 1. Un rayo de luz monocromática de frecuencia 5.10^{14} Hz, incide desde el medio 1 en la lámina con un ángulo de 30 ° respecto a la normal. Calcular:

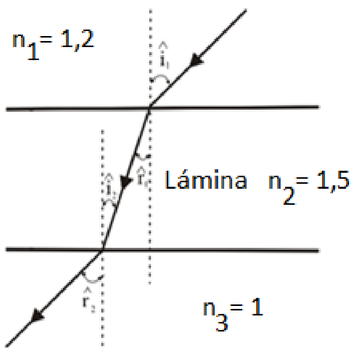
a) **(0,5 p)** La longitud de onda del rayo en la lámina.

Calculamos la velocidad de la luz en la lámina:

$$n_2=\frac{c}{v_2}\quad\Rightarrow\quad v_2=\frac{c}{n_2}=\frac{3.10^8}{1,5}=2.10^8\;\;m/s$$

Teniendo en cuenta que la frecuencia de la luz no varía al pasar de un medio a otro:

$$v_2=\lambda_2\cdot f\quad\Rightarrow\quad\lambda_2=\frac{v_2}{f}=\frac{2.10^8}{5.10^{14}}=4.10^{-7}\,m$$



b) **(1 p)** Los ángulos de refracción con un dibujo explicativo.

Se producen dos refracciones, en la primera refracción el rayo refractado se acerca a la normal, ya que pasa de un medio de menor índice de refracción a uno de mayor índice de refracción, mientras que en la segunda el rayo refractado se aleja de la normal, ya que ocurre lo contrario.

Primera refracción, aplicando la ley de Snell:

$$n_1 \cdot sen\,\widehat{\iota_1} = n_2 \cdot sen\,\widehat{r_1} \quad \Rightarrow \quad 1,2 \cdot sen\,30° = 1,5 \cdot sen\,\widehat{r_1} \quad \Rightarrow \quad \widehat{r_1} = 23,6°$$

Por geometría, el ángulo de incidencia en la segunda cara es igual al ángulo de refracción en la primera.

Segunda refracción:

$$n_2 \cdot sen\,\widehat{\iota_2} = n_3 \cdot sen\,\widehat{r_2} \quad \Rightarrow \quad 1,5 \cdot sen\,23,6° = 1 \cdot sen\,\widehat{r_2} \quad \Rightarrow \quad \widehat{r_2} = 36,9°$$

c) **(1 p)** El ángulo límite de entrada a la lámina para que salga el rayo al tercer medio.

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

$$n_2 \cdot sen\,\widehat{\iota_2} = n_3 \cdot sen\,\widehat{r_2} \quad \Rightarrow \quad 1,5 \cdot sen\,\widehat{\iota_2} = 1 \cdot sen\,90° \quad \Rightarrow \quad \widehat{\iota_2} = 41,8°$$

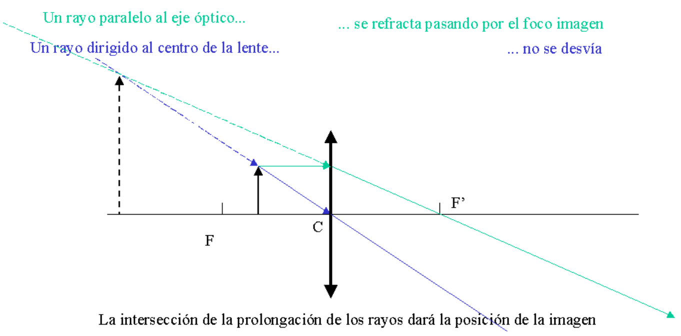
Por geometría, el ángulo de incidencia en la segunda cara es igual al ángulo de refracción en la primera.

$$n_1 \cdot sen\,\widehat{\iota_1} = n_2 \cdot sen\,\widehat{r_1} \quad \Rightarrow \quad 1,2 \cdot sen\,\widehat{\iota_1} = 1,5 \cdot sen\,41,8° \quad \Rightarrow \quad \widehat{\iota_1} = 56,4°$$

Si el ángulo de incidencia en la primera cara es igual o superior a 56,4°; el rayo sufre reflexión total en la segunda cara de la lámina, por lo que el rayo no pasa al tercer medio.

Ejercicio 4. **[2,5 PUNTOS]** Se dispone de una lente delgada convergente de distancia focal en valor absoluto de 25 cm. Calcular, efectuando el trazado de rayos cualitativo:

a) **(1 p)** La posición y altura de la imagen formada por la lente si un objeto de 5 cm de altura se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 15 cm.



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

Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{-15} = \frac{1}{25} \quad \Rightarrow \quad s' = -37,5\ cm\ (delante\ de\ la\ lente)$$

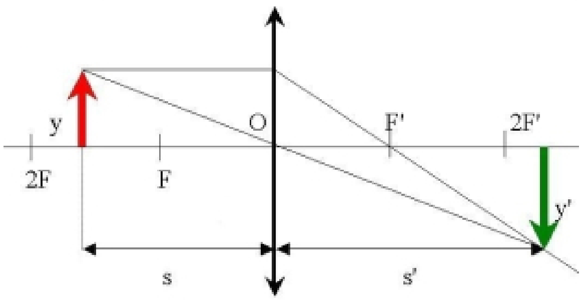
Aplicando el aumento lateral de una lente delgada:

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad y' = y \cdot \frac{s'}{s} = 5 \cdot \frac{-37,5}{-15} = 12,5\ cm\ (derecha\ y\ mayor)$$

b) **(1 p)** La posición y altura de la imagen formada por la lente si un objeto de 3 cm de altura se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 35 cm.

Para construir gráficamente las imágenes de una lente delgada es necesario dibujar al menos la trayectoria de dos rayos y hallar su intersección después de refractarse en la lente. Existen tres rayos cuyas trayectorias pueden ser trazadas fácilmente:

- **Un rayo paralelo al eje óptico una vez refractado pasa por el foco imagen F'.**
- **Un rayo que pase por el foco objeto F se refracta paralelo al eje óptico.**
- **Un rayo que pase por el centro geométrico de la lente (centro óptico) no se desvía.**



(El diagrama no está hecho a escala)

Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{-35}=\frac{1}{25} \quad \Rightarrow \quad s'=87,5\ cm\ (detrás\ de\ la\ lente)$$

Aplicando el aumento lateral de una lente delgada:

$$\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad y'=y\cdot\frac{s'}{s}=3\cdot\frac{87,5}{-35}=-7,5\ cm\ (invertida\ y\ mayor)$$

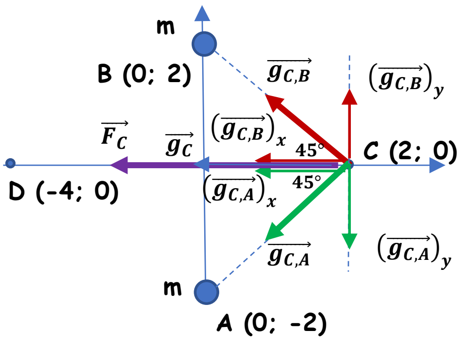
c) **(0,5 p)** La naturaleza (real/virtual, derecha/invertida, mayor/menor) de las imágenes formadas en los apartados a) y b).

Cuando el objeto se sitúa a 15 cm de la lente, esta actúa como lupa, formando una imagen virtual (s' < 0), derecha (aumento lateral positivo > 1) y mayor que el objeto.
Cuando el objeto se sitúa a 35 cm de la lente, se forma una imagen real (s' > 0), invertida (aumento lateral negativo de valor absoluto > 1) y mayor que el objeto.

<u>BLOQUE 3</u>

Ejercicio 5. [2,5 PUNTOS] Dos masas idénticas de 1000 kg de masa, están situadas en los puntos (0; -2) y (0; 2). Todas las distancias se dan en metros.

a) **(1 p)** Calcular y representar gráficamente el vector campo gravitatorio en el punto (2; 0), así como la fuerza gravitatoria que experimenta una masa de 10 kg situada en ese punto.



$$r_{A,C}=r_{B,C}=\sqrt{8}\ m$$

$$r_{A,D}=r_{B,D}=\sqrt{20}\ m$$

Se da una situación de simetría, ya que las masas situadas en A y B son iguales y, además, se encuentran a la misma distancia del punto C. Esto hace que se anulen las componentes verticales y que las dos componentes horizontales sean iguales.

$$\overrightarrow{g_C}=\overrightarrow{g_{C,A}}+\overrightarrow{g_{C,B}}=2\cdot(\overrightarrow{g_{C,A}})_x$$

$$\overrightarrow{g_C}=-2\cdot G\cdot\frac{m}{(r_{A,C})^2}\cdot cos\ 45°\ \vec{\imath}\ N/kg$$

$$\overrightarrow{g_C}=-2\cdot 6,67.10^{-11}\cdot\frac{1000}{8}\cdot cos\ 45°\ \vec{\imath}\ =-1,18.10^{-8}\ \vec{\imath}\ N/kg$$

$$\overrightarrow{F_C}=m\cdot\overrightarrow{g_C}=10\cdot(-1,18.10^{-8}\ \vec{\imath})\ =-1,18.10^{-7}\ \vec{\imath}\ N$$

b) **(1 p)** Calcular el potencial gravitatorio en los puntos (2; 0) y (-4; 0) debido a las dos masas de 1000 kg.

Por simetría, los potenciales que crean ambas masas en los dos puntos son iguales.

$$V_C = V_{C,A} + V_{C,B} = 2 \cdot V_{C,A} = -2 \cdot G \cdot \frac{m}{r_{A,C}} = -2 \cdot 6,67.10^{-11} \cdot \frac{1000}{\sqrt{8}} = -4,72.10^{8}\ J/kg$$

$$V_D = V_{D,A} + V_{D,B} = 2 \cdot V_{D,A} = -2 \cdot G \cdot \frac{m}{r_{A,D}} = -2 \cdot 6,67.10^{-11} \cdot \frac{1000}{\sqrt{20}} = -2,98.10^{8}\ J/kg$$

c) **(0,5 p)** Calcular el trabajo realizado por el campo gravitatorio para sobre una masa de 2 kg cuando se desplaza del punto (2; 0) hasta el punto (-4; 0).

$$W_{C\to D} = -\Delta E_p = -m \cdot (V_D - V_C) = m \cdot (V_C - V_D) = 2 \cdot \left(-4,72.10^{8} - (-2,98.10^{8})\right) = -3,48.10^{8}\ J$$

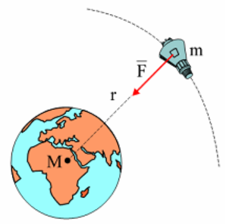
El trabajo negativo significa que el proceso no es espontáneo, por lo que es necesaria una fuerza externa para realizar el traslado. El resultado es lógico, ya que estamos alejando la masa de 2 kg de las otras dos y la fuerza gravitatoria es siempre atractiva.

Ejercicio 6. [2,5 PUNTOS] Un pequeño satélite de 1500 kg de masa, describe una órbita circular alrededor de Marte, a una altura de 5000 km sobre su superficie.

DATOS: Masa de Marte: $M_M = 6,4.10^{23}$ kg Radio de Marte: $R_M = 3390$ km

a) **(1 p)** Calcular el período del movimiento del satélite.

La fuerza gravitatoria actúa como fuerza centrípeta del movimiento del satélite:



$$F_G = m \cdot a_n \quad \Rightarrow \quad G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} = m \cdot \frac{(v_{orb})^2}{r}$$

$$v_{orb} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{6,67.10^{-11} \cdot 6,4.10^{23}}{(3390 + 5000).10^{3}}} = 2255,6\ m/s$$

Como el satélite se mueve con movimiento circular uniforme:

$$T = \frac{2\pi r}{v_{orb}} = \frac{2\pi \cdot (3390 + 5000).10^{3}}{2255,6} = 23371\ s \cong 6,5\ h$$

b) **(0,75 p)** Calcular la energía cinética, la energía potencial gravitatoria y la energía total del satélite.

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{orb})^2 = \frac{1}{2} \cdot 1500 \cdot (2255,6)^2 = 3,82.10^{9}\ J$$

$$E_p = -G.\frac{M \cdot m}{r} = -6,67.10^{-11}.\frac{6,4.10^{23} \cdot 1500}{(3390 + 5000).10^{3}} = -7,63 \cdot 10^{9}\ J$$

$$E_m = E_c + E_p = 3,82.10^{9} + (-7,63 \cdot 10^{9}) = -3,82.10^{9}\ J$$

c) **(0,75 p)** ¿Cuánto pesaría el satélite en la superficie de Marte? ¿Y en la superficie de la Tierra?

Calculamos la gravedad en la superficie de Marte:

$$g_{0,M} = G \cdot \frac{M}{R^2} = 6,67.10^{-11} \cdot \frac{6,4.10^{23}}{(3,39.10^{6})^2} = 3,7\ m/s^2$$

El peso del satélite en la superficie de Marte es:

$$P_{0,M} = m \cdot g_{0,M} = 1500 \cdot 3,7 = 5550\ N$$

Calculamos la gravedad en la superficie de la Tierra, utilizando los datos de la tabla de constantes:

$$g_{0,T} = G \cdot \frac{M_T}{(R_T)^2} = 6,67.10^{-11} \cdot \frac{6.10^{24}}{(6,37.10^6)^2} = 9,86\ m/s^2$$

De modo que el peso del satélite en la superficie de la Tierra es:

$$P_{0,T} = m \cdot g_{0,T} = 1500 \cdot 9,86 = 14790\ N$$

BLOQUE 4

Ejercicio 7. [2,5 PUNTOS] Dos cargas eléctricas puntuales de valor 5 μC y -3 μC se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (2; 0) y (-4; 0), respectivamente. Todas las distancias se dan en metros.

a) **(1 p)** Calcular y representar gráficamente el vector campo eléctrico en el ponto (0; 2).

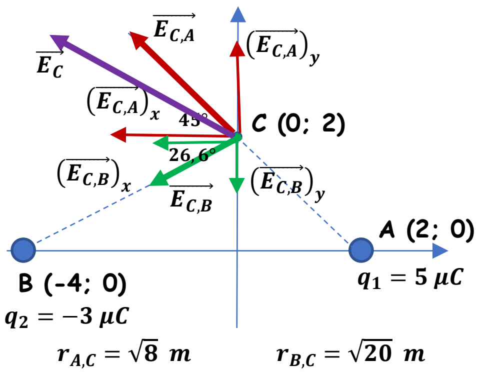
$$\overrightarrow{E_{C,A}} = K \cdot \frac{q_1}{(r_{A,C})^2} \cdot (-\cos 45°\ \vec{\imath} + \operatorname{sen} 45°\ \vec{\jmath})$$

$$\overrightarrow{E_{C,A}} = 9.10^9 \cdot \frac{5.10^{-6}}{8} \cdot (-\cos 45°\ \vec{\imath} + \operatorname{sen} 45°\ \vec{\jmath})$$

$$\overrightarrow{E_{C,A}} = -3977,5\ \vec{\imath} + 3977,5\ \vec{\jmath}$$

$$\overrightarrow{E_{C,B}} = K \cdot \frac{|q_2|}{(r_{B,C})^2} \cdot (-\cos 26,6°\ \vec{\imath} + \operatorname{sen} 26,6°\ \vec{\jmath})$$

$$\overrightarrow{E_{C,B}} = 9.10^9 \cdot \frac{3.10^{-6}}{20} \cdot (-\cos 26,6°\ \vec{\imath} - \operatorname{sen} 26,6°\ \vec{\jmath})$$



$$\overrightarrow{E_{C,B}} = -1207,1\ \vec{\imath} - 604,5\ \vec{\jmath}$$

$$\overrightarrow{E_C} = \overrightarrow{E_{C,A}} + \overrightarrow{E_{C,B}} = -5184,6\ \vec{\imath} + 3373\ \vec{\jmath}\ N/C$$

b) **(1 p)** Calcular el trabajo realizado por el campo eléctrico sobre una carga de 2 μC cuando se desplaza desde el punto (0; 2) hasta el infinito.

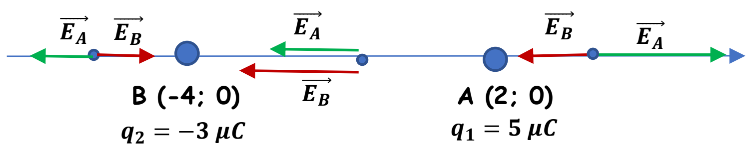
Calculamos el potencial eléctrico en el punto (0; 2), teniendo en cuenta que el potencial en el infinito es nulo.

$$V_C = V_{C,A} + V_{C,B} = K \cdot \left(\frac{q_1}{r_{A,C}} + \frac{q_2}{r_{B,C}}\right) = 9.10^9 \cdot \left(\frac{5.10^{-6}}{\sqrt{8}} + \frac{(-3.10^{-6})}{\sqrt{20}}\right) = 9872,5\ V$$

$$W_{C \to \infty} = -\Delta E_p = -q \cdot (V_\infty - V_C) = q \cdot (V_C - V_\infty) = 2.10^{-6} \cdot (9872,5 - 0) = 0,02\ J$$

El trabajo positivo significa que el proceso es espontáneo, por lo que no es necesaria una fuerza externa para realizar el traslado.

c) **(0,5 p)** ¿Existe algún punto del eje X (eje de abscisas) en el que se anule el campo eléctrico? En caso afirmativo, calcular su posición.



Podemos dividir el eje X en tres zonas. Entre ambas cargas el campo no se puede anular porque los campos creados por ambas cargas son del mismo sentido. A la derecha del punto A, el campo tampoco se puede anular porque, aunque los campos que crean ambas cargas son de sentido, ya que el campo que crea la carga situada en A es mayor que el que crea B (mayor carga y menor distancia). El campo solo se puede anular a la izquierda del punto B, ya que en esta zona los campos son de sentido contrario y al estar más cerca de B, compensa su menor carga.

Si suponemos que este punto está a una distancia "x" a la izquierda de B, para que se anule el campo eléctrico, los módulos de los campos creados por ambas cargas deben ser iguales.

$$|\overrightarrow{E_A}| = |\overrightarrow{E_B}| \Rightarrow K \cdot \frac{q_1}{(6+x)^2} = K \cdot \frac{|q_2|}{x^2} \Rightarrow \frac{(6+x)}{x} = \sqrt{\frac{q_1}{|q_2|}}$$

$$\frac{(6+x)}{x} = \sqrt{\frac{5.10^{-6}}{3.10^{-6}}} \Rightarrow \frac{(6+x)}{x} = 1,29 \Rightarrow x = 20,7\ m\ (a\ la\ izquierda\ de\ B)$$

Las coordenadas del punto donde se anula el campo eléctrico son (-24,7; 0).

Ejercicio 8. [2,5 PUNTOS] Un campo magnético espacialmente uniforme, y variable con el tiempo, según la expresión $B\,(t) = 0,1 \cdot cos\,(2t)\ T$, atraviesa perpendicularmente una espira circular de 6 cm de radio.

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

$$\phi\,(t) = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos\theta$$

$$\phi\,(t) = 0,1 \cdot cos\,(2t) \cdot \pi r^2 \cdot cos\,0° = 0,1 \cdot cos\,(2t) \cdot \pi(0,06)^2 \cdot cos\,0° = 3,6.10^{-4}\pi \cdot cos\,(2t)\ Wb$$

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

Aplicando la ley de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon = -N \cdot \frac{d\phi}{dt} = -1 \cdot \frac{d\,[3,6.10^{-4}\pi \cdot cos\,(2t)]}{dt} = 7,2.10^{-4}\pi \cdot sen\,(2t)\ V$$

c) **(0,5 p)** ¿Es la fuerza electromotriz inducida una función periódica? En caso afirmativo, hallar su período.

Sí, ya que depende del seno, que es una función periódica. La fuerza electromotriz varía según:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot sen\,(\omega t)\ V \Rightarrow \omega = 2 \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 2 \Rightarrow T = \pi\ s = 3,14\ s$$

BLOQUE 5

Ejercicio 9. [2,5 PUNTOS] Al iluminar un metal en un experimento con luz monocromática, se obtiene que el potencial de frenado es de -1,39 V. La frecuencia umbral de este metal es de $4,52.10^{14}$ Hz. Calcular:

a) **(0,5 p)** El trabajo de extracción.

$$W_0 = h \cdot f_0 = 6,63.10^{-34} \cdot 4,52.10^{14} = 3.10^{-19}\ J$$

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

A través del potencial de frenado podemos calcular la energía cinética de los electrones emitidos:

$$E_{c,máx} = |q_{e^-}| \cdot |\Delta V| = 1,6.10^{-19} \cdot 1,39 = 2,224.10^{-19}\ J$$

$$E_{c,máx} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{máx})^2 \Rightarrow v_{máx} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{c,máx}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,224.10^{-19}}{9,1.10^{-31}}} = 7.10^5\ m/s$$

c) **(1 p)** La longitud de onda de la luz incidente.

Aplicando la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón\ incidente} = W_0 + E_{c,máx} = 3.10^{-19} + 2,224.10^{-19} = 5,224.10^{-19}\ J$$

$$E_{fotón\ incidente} = h \cdot f_{incidente} = h \cdot \frac{c}{\lambda_{incidente}}$$

$$\lambda_{incidente} = \frac{h \cdot c}{E_{fotón\ incidente}} = \frac{6,63.10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{5,224.10^{-19}} = 3,8.10^{-7}\ m$$

Ejercicio 10. [2,5 PUNTOS] El período de semidesintegración de un elemento radiactivo es de 12,32 años. Calcular:

a) **(1 p)** La constante de desintegración radiactiva y la vida media.

$$T_{1/2} = \frac{ln\,2}{\lambda} \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{ln\,2}{T_{1/2}} = \frac{ln\,2}{12,32} = 0,056\ año^{-1} = 1,78.10^{-9}\ s^{-1}$$

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,056} = 17,8\ años = 5,61.10^{8}\ s$$

b) **(1,5 p)** El tiempo transcurrido si una muestra del elemento radiactivo ha reducido su actividad al 10% de su valor inicial.

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad \Rightarrow \quad 0,1A_0 = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad \Rightarrow \quad ln\,0,1 = -\lambda \cdot t \quad \Rightarrow \quad t = -\frac{ln\,0,1}{\lambda} = -\frac{ln\,0,1}{0,056} = 41,12\ años$$