EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

UC | Universidad de Cantabria

JULIO 2024

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.
- Cada ejercicio se valorará sobre 2.5 puntos.
- 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	$c = 3 \times 10^8\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$	Masa del protón	$m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}}$	Masa del electrón	$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9 \times 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot C^{-2}}$	Carga del protón	$q_p = 1.6 \times 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.63 \times 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}$	Carga del electrón	$q_e = -1.6 \times 10^{-19}$ C
Radio de la Tierra	$R_T = 6370$ km	Masa de la Tierra	$M_T = 6 \times 10^{24}$ kg
Permitividad del vacío	$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ \mathrm{C^2 \cdot N^{-1} \cdot m^{-2}}$	Permeabilidad del vacío	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \mathrm{N \cdot A^{-2}}$

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

Bloque 1

Ejercicio 1. [2,5 PUNTOS] Dos masas puntuales iguales, $m_1 = m_2 = 20$ kg, están situadas en los puntos $(\sqrt{3}, 0)$ m y $(-\sqrt{3}, 0)$ m respectivamente.

a) [1 PUNTO] Hallar el campo gravitatorio y el potencial gravitatorio creado por ambas masas en el punto $P\,(0,1)$ m.

b) [1 PUNTO] Calcular el trabajo realizado por el campo gravitatorio creado por m_1 y m_2, para mover una tercera masa $m_3 = 5$ kg, del punto P al punto $Q\,(0,2)$ m.

c) [0,5 PUNTOS] Razonar brevemente el significado físico del signo del trabajo obtenido en el apartado b).

Ejercicio 2. [2,5 PUNTOS] Un satélite de 1200 kg de masa describe una órbita circular a una distancia de 2638 km de la superficie de la Tierra. Calcular:

a) [1 PUNTO] El periodo y la velocidad orbital del satélite.

b) [1 PUNTO] La energía cinética, la energía potencial gravitatoria y la energía total del satélite.

c) [0,5 PUNTOS] La relación de la aceleración de la gravedad a esa altura con la aceleración de la gravedad en la superficie terrestre.

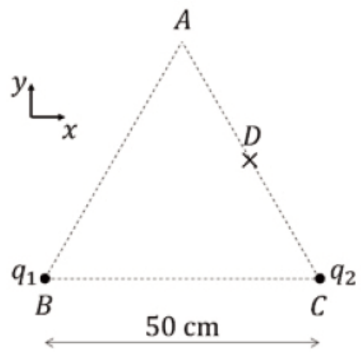
Bloque 2

Ejercicio 3. [2,5 PUNTOS] Dos cargas $q_1 = -5$ μC y $q_2 = +5$ μC están situadas en los vértices B y C de la base de un triángulo equilátero de 50 cm de lado (ver figura). Calcular:

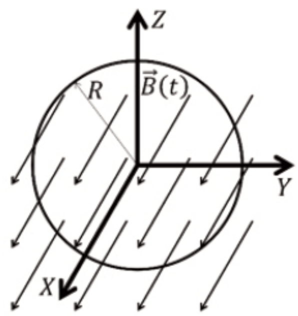
a) [1 PUNTO] El campo eléctrico en el vértice A.

b) [0,75 PUNTOS] El potencial eléctrico en el punto D, equidistante de los puntos A y C del triángulo (marcado con un aspa en la figura).

c) [0,75 PUNTOS] El trabajo realizado por el campo eléctrico al mover una tercera carga, $q_3 = +10$ nC, desde el punto D hasta un punto infinitamente alejado de la distribución de cargas. ¿Qué significa el signo del trabajo?



Ejercicio 4. [2,5 PUNTOS] En la figura se muestra una bobina en el plano YZ, compuesta de 10 espiras de radio $R = 3$ cm, en presencia de un campo magnético variable en el tiempo de valor $\vec{B}(t) = (100 + 500t)\vec{\imath}$ mT



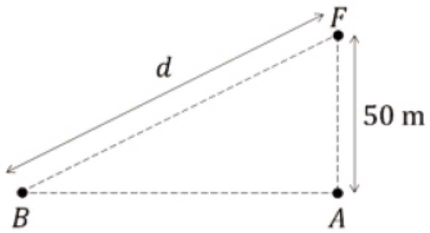
- **a)** [1 PUNTO] Obtener el flujo a través de cada espira de la bobina en función del tiempo.
- **b)** [1 PUNTO] Calcular la f.e.m. inducida sobre la bobina.
- **c)** [0,5 PUNTOS] Hacer un dibujo indicando razonadamente el sentido de la corriente inducida.

Bloque 3

Ejercicio 5. [2,5 PUNTOS] Una onda armónica transversal de frecuencia 5 Hz, de longitud de onda 40 cm y amplitud 2 cm, se propaga por una cuerda en sentido negativo del eje OX. En el instante $t = 0$ s, la elongación del punto $x = 0$ es 1 cm y su velocidad es negativa. Hallar:

- **a)** [1 PUNTO] La expresión matemática de la onda en unidades SI.
- **b)** [0,75 PUNTOS] La velocidad de propagación de la onda.
- **c)** [0,75 PUNTOS] La velocidad transversal del punto de la onda situado en $x = 5$ cm en función del tiempo.

Ejercicio 6. [2,5 PUNTOS] Un foco sonoro F se encuentra a una altura de 50 m sobre el suelo (ver figura). El nivel de intensidad en el punto A es $\beta_A = 90$ dB, mientras que en el punto B es $\beta_B = 70$ dB.



- **a)** [0,75 PUNTOS] Calcular la potencia con la que emite el foco.
- **b)** [0,75 PUNTOS] Calcular la distancia d entre el foco F y el punto B.
- **c)** [1 PUNTO] ¿Cuál sería el nivel de intensidad en el punto A si se agrega otro foco de igual potencia a una altura de 25 metros sobre la vertical de A?

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

Bloque 4

Ejercicio 7. [2,5 PUNTOS] Un rayo de luz de frecuencia $5 \cdot 10^{14}$ Hz, emerge del interior de un bloque de vidrio al aire. El ángulo de incidencia es de 23.7 ° y el ángulo de refracción es de 40 °. Calcular:

- **a)** [0,75 PUNTOS] El índice de refracción del vidrio.
- **b)** [0,5 PUNTOS] La velocidad de propagación de la luz en el vidrio.
- **c)** [0,5 PUNTOS] La longitud de onda del rayo de luz en el aire.
- **d)** [0,75 PUNTOS] ¿A partir de qué ángulo de incidencia se producirá la reflexión total?

DATO: Índice de refracción del aire, $n_a = 1$.

Ejercicio 8. [2,5 PUNTOS] Un objeto se encuentra situado a 8 cm de una lente convergente de 6 cm de distancia focal.

- **a)** [1,25 PUNTOS] ¿Dónde se deberá colocar una pantalla para obtener una imagen del objeto? ¿Cuál será el tamaño de la imagen obtenida? Representar el trazado de rayos, manteniendo las proporciones.
- **b)** [1,25 PUNTOS] Si se sustituye la lente por otra divergente con la misma distancia focal, ¿dónde se formará la imagen? ¿Cuál será el tamaño de la imagen obtenida? Representar el trazado de rayos, manteniendo las proporciones.

Bloque 5

Ejercicio 9. [2,5 PUNTOS] Cuando se incide sobre un metal con luz de 300 nm se emiten electrones con velocidad de $9 \cdot 10^5$ m/s. Calcular:

a) [0,75 PUNTOS] La energía de los fotones incidentes.

b) [0,75 PUNTOS] La frecuencia umbral del material sobre el que se incide.

c) [1 PUNTO] La diferencia de potencial necesaria para frenar completamente los electrones emitidos.

Ejercicio 10. [2,5 PUNTOS] Se dispone de una muestra de 10^{20} átomos de un isótopo radiactivo, cuyo periodo de semidesintegración es de 600 años.

a) [0,75 PUNTOS] Hallar la constante de desintegración y la vida media del isótopo.

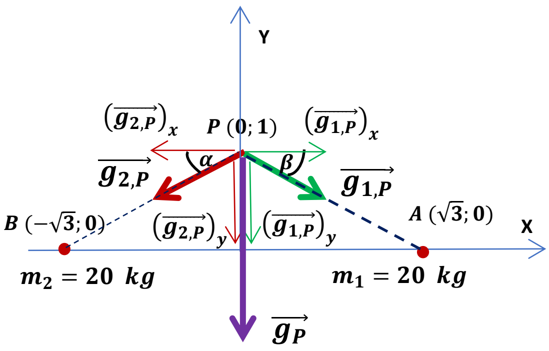
b) [1 PUNTO] ¿Cuánto tiempo tiene que transcurrir para que la muestra vea reducido su contenido en radioisótopos al 20 % de su número inicial?

c) [0,75 PUNTOS] Calcular las actividades inicial y final de la muestra.

BLOQUE 1

Ejercicio 1. DOS masas puntuales iguales, $m_1 = m_2 = 20$ kg, están situadas en los puntos $(\sqrt{3};0)$ m y $(-\sqrt{3};0))$ m respectivamente.

a) **(1 p)** Hallar el campo y el potencial gravitatorios creado por ambas masas en el punto P (0; 1) m.



$$r_{A,P} = r_{B,P} = \sqrt{\left(\sqrt{3}\right)^2 + 1^2} = 2\ m$$

$$\alpha = \beta = arctg\,\frac{1}{\sqrt{3}} = 30°$$

Por simetría, las masas son iguales y las distancias son iguales, las componentes horizontales son iguales y de sentido contrario, anulándose entre sí, quedando como campo gravitatorio resultante la suma de las dos componentes verticales que son iguales entre sí.

$$\vec{g}_P = \vec{g}_{1,P} + \vec{g}_{2,P} = 2\cdot\left(\vec{g}_{1,P}\right)_y = -\left[2\cdot G\cdot\frac{m_1}{\left(r_{A,P}\right)^2}\cdot(sen\,\alpha)\right]\vec{j}$$

$$\vec{g}_P = -\left[2\,.\ 6,67.10^{-11}.\ \frac{20}{(2)^2}\,.(sen\,30°)\right]\cdot\vec{j} = \left(-3,335.10^{-10}\,\vec{j}\right)\ N/kg$$

A la hora del cálculo del potencial gravitatorio también se da la misma simetría, masas y distancias iguales.

$$V_P = V_{1,P} + V_{2,P} = 2\cdot V_{1,P} = -2\cdot G\cdot\frac{m_1}{r_{A,P}} = -2\cdot 6,67.10^{-11}\cdot\frac{20}{2} = -1,334.10^{-9}\ J/kg$$

b) **(1 p)** Calcular el trabajo realizado por el campo gravitatorio creado por m_1 y m_2, para mover una tercera masa $m_3 = 5$ kg, del punto P al punto Q (0; 2) m.

Calculamos el potencial gravitatorio en el punto Q, teniendo en cuenta que vuelve a darse una situación de simetría.

$$r_{A,Q} = r_{B,Q} = \sqrt{\left(\sqrt{3}\right)^2 + 2^2} = \sqrt{7}\ m$$

$$V_Q = V_{1,Q} + V_{2,Q} = 2\cdot V_{1,Q} = -2\cdot G\cdot\frac{m_1}{r_{A,Q}} = -2\cdot 6,67.10^{-11}\cdot\frac{20}{\sqrt{7}} = -1,008.10^{-9}\ J/kg$$

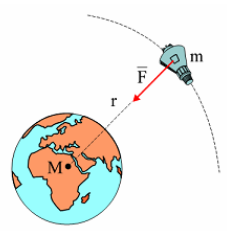
$$\left(W_{P\to Q}\right)_{F\ gravitatoria} = m_3\cdot\left(V_P - V_Q\right) = 5\cdot\left[\left(-1,334.10^{-9}\right) - \left(-1,008.10^{-9}\right)\right] = -1,63.10^{-9}\ J$$

c) **(0,5 p)** Razonar brevemente el significado físico del signo del trabajo obtenido en el apartado b).

El signo negativo del trabajo indica que la masa m_3 no es trasladada espontáneamente por la fuerza gravitatoria, es necesaria una fuerza externa. Esto tiene sentido, ya que la fuerza gravitatoria es atractiva y lo que estamos haciendo es alejar la masa m_3 de las otras dos en contra de la fuerza gravitatoria.

Ejercicio 2. Un satélite de 1200 kg de masa describe una órbita circular a una distancia de 2638 km de la superficie de la Tierra. Calcular:

a) **(1 p)** El periodo y la velocidad orbital del satélite.



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

Calculamos el radio de la órbita:

$$r = R_T + h = 6370 + 2638 = 9008\ km = 9{,}008.10^6\ m$$

$$G \cdot \frac{M_T\ .\ m}{r^2} = m \cdot \frac{(v_O)^2}{r} \Rightarrow v_O = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}67.10^{-11} \cdot 6.10^{24}}{9{,}008.10^6}} \cong 6665{,}4\ m/s$$

$$T = \frac{2\pi \cdot r}{v_0} = \frac{2\pi \cdot 9{,}008.10^6}{6665{,}4} \cong 8491{,}5\ s \cong 2{,}36\ h$$

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

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{orb})^2 = \frac{1}{2} \cdot 1200 \cdot (6665{,}4)^2 \cong 2{,}67.10^{10}\ J$$

$$E_p = -G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r} = -6{,}67.10^{-11} \cdot \frac{6.10^{24} \cdot 1200}{9{,}008.10^6} \cong -5{,}33 \cdot 10^{10}\ J$$

$$E_m = E_{enlace} = E_c + E_p = 2{,}67.10^{10} + (-5{,}33 \cdot 10^{10}) \cong -2{,}67.10^{10}\ J$$

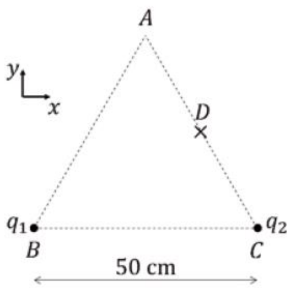
c) **(0,5 p)** La relación de la aceleración de la gravedad a esa altura con la aceleración de la gravedad en la superficie terrestre.

$$\frac{g}{g_0} = \frac{G \cdot \frac{M_T}{r^2}}{G \cdot \frac{M_T}{(R_T)^2}} = \frac{(R_T)^2}{r^2} = \frac{(6370)^2}{(9008)^2} \cong 0{,}5$$

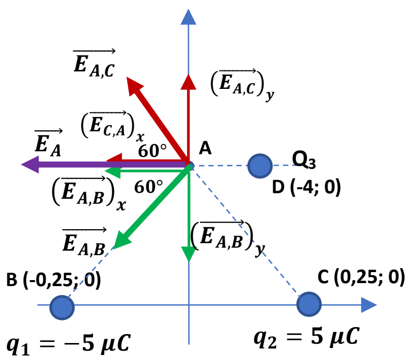
La gravedad a la altura de la órbita del satélite es la mitad que en la superficie terrestre.

BLOQUE 2

Ejercicio 3. Dos cargas q_1 = -5 μC y q_2 = +5 μC están situadas en los vértices B y C de la base de un triángulo equilátero de 50 cm de lado (ver figura). Calcular:



a) **(1 p)** El campo eléctrico en el vértice A.



$r_{B,A} = r_{C,A} = 0{,}5\ m$

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

$$\overrightarrow{E_A} = \overrightarrow{E_{A,C}} + \overrightarrow{E_{A,B}} = 2 \cdot (\overrightarrow{E_{A,C}})_x = -\left[2 \cdot K \cdot \frac{|q_1|}{(r_{A,C})^2} \cdot \cos 60°\right] \vec{\imath}\ N/C$$

$$\overrightarrow{E_A} = -\left[2 \cdot 9.10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6}}{(0{,}5)^2} \cdot \cos 60°\right] \vec{\imath} = (-180000\ \vec{\imath})\ N/C$$

b) **(0,75 p)** El potencial eléctrico en el punto D, equidistante de los puntos A y C del triángulo (marcado con un aspa en la figura).

Para calcular la distancia entre B y D, trazamos el triángulo rectángulo BDC, siendo el lado BD uno de los catetos.

$$(r_{BD})^2 + (r_{DC})^2 = (r_{BC})^2 \quad \Rightarrow \quad (r_{BD})^2 = (r_{BC})^2 - (r_{DC})^2 = (0,5)^2 - (0,25)^2 = 0,1875$$

$$r_{BD} = \sqrt{0,1875}\ m$$

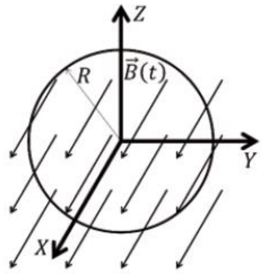
$$V_D = V_{D,1} + V_{D,2} = K \cdot \left(\frac{q_1}{r_{BD}} + \frac{q_2}{r_{CD}}\right) = 9.10^9 \cdot \left(\frac{(-5.10^{-6})}{\sqrt{0,1875}} + \frac{5.10^{-6}}{0,25}\right) \cong 7,61.10^4\ V$$

c) **(0,75 p)** El trabajo realizado por el campo eléctrico al mover una tercera carga, q_3 = +10 nC, desde el punto D hasta un punto infinitamente alejado de la distribución de cargas. ¿Qué significa el signo del trabajo?

Calculamos el trabajo realizado por la fuerza eléctrica, teniendo en cuenta que el potencial en el infinito es nulo.

$$W_{D\to\infty} = -\Delta E_p = -q \cdot (V_\infty - V_D) = q \cdot (V_D - V_\infty) = 1.10^{-8} \cdot (7,61.10^4 - 0) = 7,61.10^{-4}\ J$$

El trabajo positivo significa que el proceso es espontáneo, por lo que no es necesaria una fuerza externa para realizar el traslado. Al ser la carga situada en el vértice C positiva realiza una fuerza repulsiva sobre la carga q_3 situada en D mayor que la fuerza atractiva que hace la carga situada en el vértice B, ya que esta está situada más lejos.



Ejercicio 4. En la figura se muestra una bobina en el plano YZ compuesta de 10 espiras de radio R = 3 cm, en presencia de un campo magnético variable en el tiempo de valor $\vec{B}\,(t) = [(100 + 500t)\vec{\imath}]\ mT$.

a) **(1 p)** Obtener el flujo a través de cada espira de la bobina 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, 0º en este caso.

$$\phi\ (t) = [(100 + 500t).10^{-3}] \cdot \pi r^2 \cdot \cos 0°$$

$$\phi\ (t) = [(100 + 500t).10^{-3}] \cdot \pi(0,03)^2 \cdot \cos 0° \cong (2,83.10^{-4} + 1,41.10^{-3}t)\ Wb$$

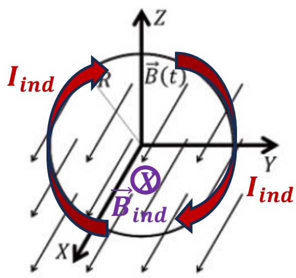
b) **(1 p)** Calcular la f.e.m. inducida sobre la bobina.

Aplicando la ley de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon = -N \cdot \frac{d\phi}{dt} = -10 \cdot \frac{d\,(2,83.10^{-4} + 1,41.10^{-3}t)}{dt} = -1,41.10^{-2}\ V$$

c) **(1 p)** Hacer un dibujo indicando razonadamente el sentido de la corriente inducida.

Como el flujo que atraviesa las espiras aumenta con el tiempo, de acuerdo con la ley de Lenz la corriente inducida circulará en las espiras en el sentido que haga disminuir el flujo magnético. Por ello debe crear un campo magnético inducido de la misma dirección y sentido contrario del campo original (X negativo). Para ello la corriente debe circular en sentido horario si miramos en la dirección hacia el papel.



BLOQUE 3

Ejercicio 5. Una onda amónica transversal de frecuencia 5 Hz, de longitud de onda 40 cm y amplitud 2 cm, se propaga por una cuerda en sentido negativo del eje OX. En el instante t = 0 s, la elongación del punto x = 0 es 1 cm y su velocidad negativa. Hallar:

a) **(1 p)** La expresión matemática de la onda en unidades SI.

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

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

Del enunciado obtenemos que la longitud de onda es λ = 0,4 m; que la frecuencia es f = 5 Hz y que la amplitud es A = 0,02 m.

Sustituyendo:

$$y\,(x;t) = 0,02 \cdot sen\left(2\pi \cdot 5 \cdot t + \frac{2\pi}{0,4} \cdot x + \varphi_0\right) = 0,02 \cdot sen\,(10\pi \cdot t + 5\pi \cdot x + \varphi_0)$$

Para calcular la fase inicial:

$$y\,(x = 0, t = 0) = 0,01 \quad \Rightarrow \quad sen\,(\varphi_0) = 0,5 \quad \Rightarrow \quad \varphi_0 = \begin{cases} \dfrac{\pi}{6}\ rad \\ \dfrac{5\pi}{6}\ rad \end{cases}$$

Para que la velocidad en x = 0 en t = 0 sea negativa:

$$v\,(0;0) = 0,2\pi \cdot cos\,(\varphi_0) < 0 \quad \Rightarrow \varphi_0 = \frac{5\pi}{6}\ rad$$

Por lo tanto, la ecuación de la onda será:

$$y\,(x;t) = 0,02 \cdot sen\left(10\pi \cdot t + 5\pi \cdot x + \frac{5\pi}{6}\right)\ (m;s)$$

Si en lugar del seno utilizamos el coseno, la ecuación de la onda será:

$$y\,(x;t) = 0,02 \cdot cos\left(10\pi \cdot t + 5\pi \cdot x + \frac{\pi}{3}\right)\ (m;s)$$

b) **(0,75 p)** La velocidad de propagación de la onda.

$$v = \lambda \cdot f = 0,4 \cdot 5 = 2\ m/s\ \ (en\ sentido\ negativo\ del\ eje\ OX)$$

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

$$v\,(x,t) = \frac{dy}{dt} = 0,2\pi \cdot cos\left(10\pi \cdot t + 5\pi \cdot x + \frac{5\pi}{6}\right)$$

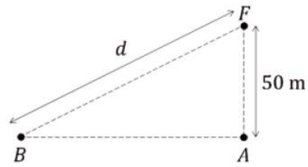
$$v\,(x = 0,05;\ t) = 0,2\pi \cdot cos\left(10\pi \cdot t + 5\pi \cdot 0,05 + \frac{5\pi}{6}\right) = 0,2\pi \cdot cos\left(10\pi \cdot t + \frac{13\pi}{12}\right)\ (m/s)$$

Si utilizamos la ecuación en función del coseno:

$$v\,(x,t) = \frac{dy}{dt} = -0,2\pi \cdot sen\left(10\pi \cdot t + 5\pi \cdot x + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$v\,(x = 0,05;\ t) = -0,2\pi \cdot sen\left(10\pi \cdot t + 5\pi \cdot 0,05 + \frac{\pi}{3}\right) = -0,2\pi \cdot sen\left(10\pi \cdot t + \frac{7\pi}{12}\right)\ (m/s)$$

Ejercicio 6. Un foco sonoro F se encuentra a una altura de 50 m sobre el suelo (ver figura). El nivel de intensidad en el punto A es β_A = 90 dB, mientras que en el punto B es β_B = 70 dB.



DATO: La mínima intensidad percibida por el oído humano es $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2

a) **(0,75 p)** Calcular la potencia con la que emite el foco.

De acuerdo con la Ley de Weber – Fechner, el nivel de intensidad sonora, β, es proporcional a los logaritmos de las intensidades de los estímulos que las provocan:

$$\beta_A = 10 \cdot log\left(\frac{I'}{I_0}\right) \Rightarrow 90 = 10 \cdot log\left(\frac{I'}{10^{-12}}\right) \Rightarrow 9 = log\left(\frac{I'}{10^{-12}}\right) \Rightarrow I' = 10^{-12} \cdot 10^9 = 10^{-3}\ W/m^2$$

Como el sonido se propaga en forma de ondas esféricas:

$$I' = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi(r_{F,A})^2} \Rightarrow P = I' \cdot 4\pi(r_{F,A})^2 = 10^{-3} \cdot 4\pi(50)^2 \cong 31,4\ W$$

b) **(0,75 p)** Calcular la distancia "d" entre el foco F y el punto B.

$$\beta_B = 10 \cdot log\left(\frac{I''}{I_0}\right) \Rightarrow 70 = 10 \cdot log\left(\frac{I''}{10^{-12}}\right) \Rightarrow 7 = log\left(\frac{I''}{10^{-12}}\right) \Rightarrow I'' = 10^{-12} \cdot 10^7 = 10^{-5}\ W/m^2$$

Como el sonido se propaga en forma de ondas esféricas:

$$I'' = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi(d)^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{P}{4\pi \cdot I''}} = \sqrt{\frac{31,4}{4\pi \cdot 10^{-5}}} \cong 500\ m$$

c) **(1 p)** ¿Cuál sería el nivel de intensidad en el punto A si se agrega otro foco de igual potencia a una altura de 25 metros sobre la vertical de A.

Calculamos la intensidad de sonido que llega al punto A debido a las dos fuentes sonoras (la suma de las intensidades individuales), teniendo en cuenta que ambas son de la misma potencia y que el sonido se propaga en forma de ondas esféricas:

$$I = I_1 + I_2 = \frac{P}{S_1} + \frac{P}{S_2} = \frac{P}{4\pi(r_1)^2} + \frac{P}{4\pi(r_2)^2} = \frac{P}{4\pi} \cdot \left[\frac{1}{(r_1)^2} + \frac{1}{(r_2)^2}\right] = \frac{31,4}{4\pi} \cdot \left[\frac{1}{(50)^2} + \frac{1}{(25)^2}\right] \cong 5 \cdot 10^{-3}\ W/m^2$$

Aplicando la Ley de Weber – Fechner:

$$\beta'_A = 10 \cdot log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \cdot log\left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{10^{-12}}\right) \cong 97\ dB$$

<u>BLOQUE 4</u>

Ejercicio 7. Un rayo de luz de frecuencia $5 \cdot 10^{14}$ Hz, emerge del interior de un bloque de vidrio al aire. El ángulo de incidencia es de 23,7° y el ángulo de refracción es de 40°. Calcular:

DATO: Índice de refracción del aire, n_a = 1.

a) **(0,75 p)** El Índice de refracción del vidrio.

Aplicando la ley de Snell para la refracción:

$$n_v \cdot sen\ \hat{\imath} = n_a \cdot sen\ \hat{r} \Rightarrow n_v \cdot sen\ 23,7° = 1 \cdot sen\ 40° \Rightarrow n_v = \frac{sen\ 40°}{sen\ 23,7°} \cong 1,6$$

b) **(0,5 p)** La velocidad de propagación de la luz en el vidrio.

$$v = \frac{c}{n_v} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,6} = 1,875 \cdot 10^8\ m/s$$

c) **(0,5 p)** La longitud de onda del rayo de luz en el aire.

La frecuencia del rayo luminoso es la misma en el vidrio que en el aire.

$$c = \lambda_a \cdot f \quad \Rightarrow \quad \lambda_a = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{14}} = 6 \cdot 10^{-7}\, m = 600\, nm$$

d) **(0,75 p)** ¿A partir de qué ángulo de incidencia se producirá 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:

$$n_v \cdot sen\, \hat{\imath} = n_a \cdot sen\, \hat{r} \quad \Rightarrow \quad 1,6 \cdot sen\, \hat{\imath}_l = 1 \cdot\, sen\, 90° \quad \Rightarrow \quad \hat{\imath}_l \cong 38,7°$$

Si el ángulo de incidencia es superior a 38,7º el rayo sufre reflexión total.

Ejercicio 8. Un objeto se encuentra situado a 8 cm de una lente convergente de 6 cm de distancia focal.

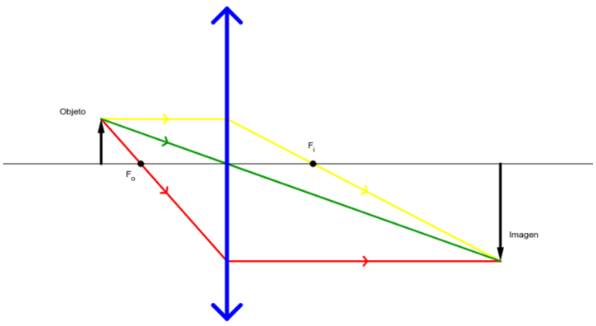
a) **(1,25 p)** ¿Dónde se deberá colocar una pantalla para obtener una imagen del objeto? ¿Cuál será el tamaño de la imagen obtenida? Representar el trazado de rayos, manteniendo las proporciones.

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

$$f' = 6\, cm$$

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{(-8)} = \frac{1}{6} \quad \Rightarrow \quad s' = 24\, cm$$



Real, Invertida y Mayor tamaño

La pantalla debe situarse 24 cm por detrás de la lente (imagen real).

Para una lente delgada, el aumento lateral de la imagen viene dado por:

$$M_L = \frac{s'}{s} = \frac{24}{-8} = -3 \quad \Rightarrow \quad La\ imagen\ es\ el\ triple\ de\ grande\ e\ invertida$$

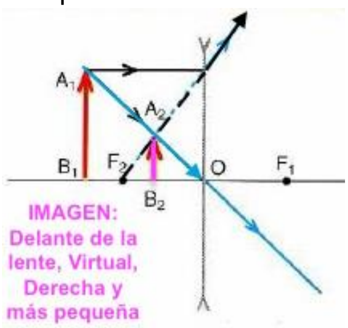
b) **(1,25 p)** Si se sustituye la lente por otra divergente con la misma distancia focal, ¿dónde se formará la imagen? ¿Cuál será el tamaño de la imagen obtenida? Representar el trazado de rayos, manteniendo las proporciones.

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

$$f' = -6\, cm$$

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{(-8)} = \frac{1}{(-6)} \quad \Rightarrow \quad s' \cong -3,43\, cm$$



La imagen se forma aproximadamente 3,43 cm por delante de la lente (imagen virtual).

Para una lente delgada, el aumento lateral de la imagen viene dado por:

$$M_L = \frac{s'}{s} = \frac{-3,43}{-8} = 0,43 \quad \Rightarrow \quad La\ imagen\ es\ un\ poco\ menos\ de\ la\ mitad\ de\ grande\ y\ derecha$$

BLOQUE 5

Ejercicio 9. Cuando se incide sobre un metal con luz de 300 nm se emiten electrones con velocidad de 9·10⁵ m/s. Calcular:

a) **(0,75 p)** La energía de los fotones incidentes.

$$E_{fotón\,inc.} = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63.10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^{8}}{3 \cdot 10^{-7}} = 6,63.10^{-19}\,J$$

b) **(0,75 p)** La frecuencia umbral del material sobre el que se incide.

Aplicando la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón\,inc.} = W_0 + \left(E_{c,máx}\right)_{electrón\,emitido} \Rightarrow W_0 = E_{fotón\,inc.} - E_{c,máx} = E_{fotón\,inc.} - \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot (v_{máx})^2$$

$$W_0 = 6,63.10^{-19} - \frac{1}{2} \cdot 9,1.10^{-31} \cdot \left(9.10^{5}\right)^2 \cong 2,94.10^{-19}\,J$$

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.

$$W_0 = h \cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{2,94.10^{-19}}{6,63.10^{-34}} \cong 4,43.10^{14}\,Hz$$

c) **(1 p)** La diferencia de potencial necesaria para frenar completamente los electrones emitidos.

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:

$$E_{c,máx} = |q| \cdot \Delta V \Rightarrow \Delta V = \frac{E_{c,máx}}{|q|} = \frac{\frac{1}{2} \cdot m_e \cdot (v_{máx})^2}{|q|} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 9,1.10^{-31} \cdot \left(9.10^{5}\right)^2}{1,6.10^{-19}} \cong 2,3\,V$$

Ejercicio 10. Se dispone de una muestra de 10^{20} átomos de un isótopo radiactivo, cuyo periodo de semidesintegración es de 600 años.

a) Hallar la constante de desintegración y la vida media del isótopo.

El período de semidesintegración es el tiempo que tarda una muestra de un isótopo radiactivo en reducirse a la mitad. Está relacionado con la constante de desintegración de dicho isótopo a través de la siguiente relación:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{600} \cong 1,155.10^{-3}\,año^{-1} \cong 3,663.10^{-11}\,s^{-1}$$

La vida media (τ) es el inverso de la constante de desintegración y es el tiempo promedio de vida de los núcleos presentes.

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1,155.10^{-3}} \cong 865,8\,años$$

b) ¿Cuánto tiempo tiene que transcurrir para que la muestra vea reducido su contenido en radioisótopos al 20 % de su número inicial?

El número de núcleos de una muestra radiactiva disminuye de manera exponencial con el tiempo:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow 0,2N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \ln 0,2 = -\lambda \cdot t \Rightarrow t = -\frac{\ln 0,2}{\lambda} = -\frac{\ln 0,2}{1,155.10^{-3}} \cong 1393,5\,años$$

c) Calcular las actividades inicial y final de la muestra.

Se llama actividad o velocidad de desintegración (A) de una sustancia radiactiva, al número de desintegraciones que se producen en la unidad de tiempo:

$$A = \left|\frac{dN}{dt}\right| = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = \lambda \cdot N$$

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 = 3,663.10^{-11} \cdot 10^{20} = 3,663.10^{9}\ Bq$$

$$A = 0,2 \cdot A_0 = 0,2 \cdot 3,663.10^{9} = 7,326.10^{8}\ Bq$$