

INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN

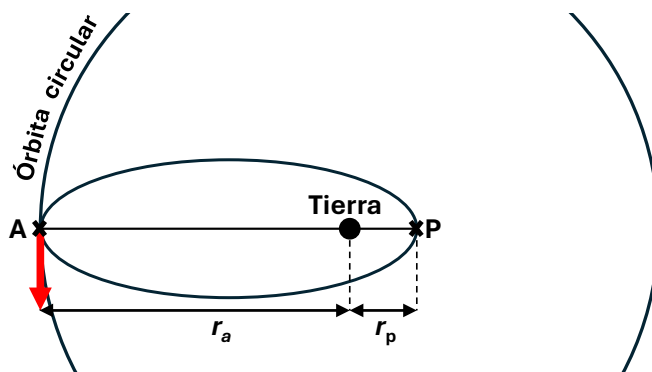
Después de leer atentamente todas las preguntas, responda a cuatro preguntas siguiendo las indicaciones dadas al inicio de cada bloque.

CALIFICACIÓN: Cada pregunta se valorará sobre 2,5 puntos y cada apartado se calificará según la puntuación indicada en el mismo.

TIEMPO: 90 minutos.

Bloque Campo gravitatorio (Esta pregunta no tiene opcionalidad)

Pregunta 1.- Un satélite de 50 kg de masa describe inicialmente una órbita elíptica alrededor de la Tierra. Para obtener el periodo de la órbita se mide el tiempo de tránsito del satélite desde el perigeo (P) hasta el apogeo (A), encontrándose un valor de 55759,5 s. Se desea que pase a una órbita circular de radio $r_{cir} = 8,2 \cdot 10^4$ km alrededor de la Tierra, para lo cual se le proporciona un impulso instantáneo en la posición A (ver figura). Calcule:



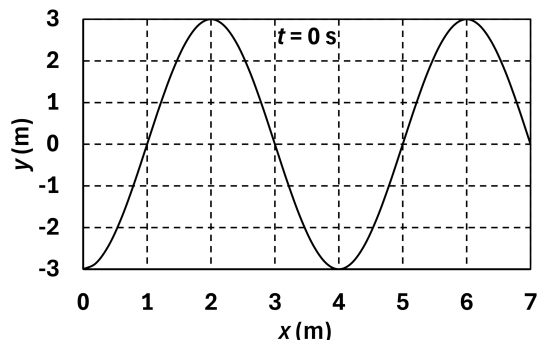
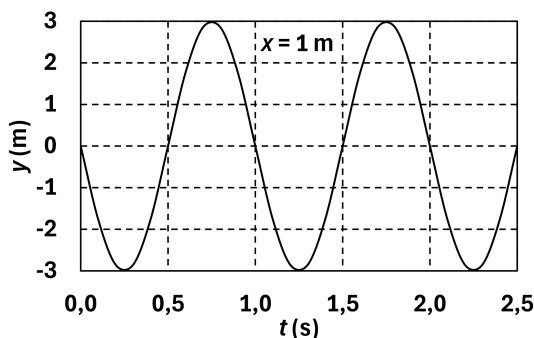
- (1,2 puntos) El periodo, el semieje mayor y la distancia del centro de la Tierra al perigeo en la órbita elíptica.
- (0,6 puntos) La energía mecánica del satélite en la órbita elíptica sabiendo que la velocidad en el perigeo es igual a $6,0 \text{ km s}^{-1}$.
- (0,7 puntos) La energía mecánica del satélite en la órbita circular.

Datos: Constante de la Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; Masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Bloque Vibraciones y Ondas (Elija una entre las preguntas 2.A. y 2.B.)

Pregunta 2.A.- Las siguientes gráficas muestran la oscilación de una onda armónica transversal que oscila en el eje y en función del tiempo en $x = 1 \text{ m}$, y la elongación en función de x para el instante inicial. Si la onda se propaga en el sentido positivo del eje x , determine:

- (1,6 puntos) El periodo, el número de onda, la amplitud y la longitud de onda.
- (0,9 puntos) La expresión matemática de la onda.



Pregunta 2.B.- Un sistema óptico está formado por dos lentes, la primera convergente de distancia focal 15 cm, y la segunda divergente con una distancia focal de 20 cm. Ambas lentes están separadas una distancia de 60 cm. Si a 30 cm a la izquierda de la primera lente se sitúa un objeto de 10 cm de altura:

- (1,5 puntos) Calcule la posición, el tamaño y la naturaleza de la imagen final.
- (1 punto) Realice el trazado de rayos de la formación de imagen a través del sistema óptico.

Bloque Campo electromagnético (Elija una entre las preguntas 3.A. y 3.B.)

Pregunta 3.A.- Una carga positiva q_1 se halla situada en el origen de coordenadas del plano xy . En un punto P situado en el eje x y a una distancia desconocida del origen, el potencial eléctrico debido a dicha carga es de $9 \cdot 10^2$ V y el módulo del campo eléctrico en esa misma posición es de $1,8 \cdot 10^4$ N C⁻¹.

- (1,6 puntos) Calcule el valor de la carga q_1 y la distancia d_1 que hay entre la carga y el punto P.
- (0,9 puntos) Si a continuación, manteniendo la carga q_1 en el origen de coordenadas, situamos una segunda carga, q_2 , de -10 nC en la posición (0, 5) cm del plano xy , determine el vector campo eléctrico en la posición (5, 0) cm.

Dato: Constante de Coulomb, $K = 9 \cdot 10^9$ N m² C⁻².

Pregunta 3.B.- Una espira circular de área $S = 10$ cm² se sitúa perpendicular a un campo magnético $\vec{B}$ tal y como se muestra en la Figura (a). Por otra parte, en la Figura (b) se muestra la variación con el tiempo del campo magnético.

- (1,5 puntos) Calcule la fuerza electromotriz inducida en la espira en los intervalos de tiempo (0, 5) ms, (5, 20) ms y (20, 30) ms.
- (1 punto) Si la resistencia de la espira es de 2Ω , determine la intensidad de corriente eléctrica, indicando el sentido de esta, para los intervalos de tiempo (0, 5) ms y (20, 30) ms.

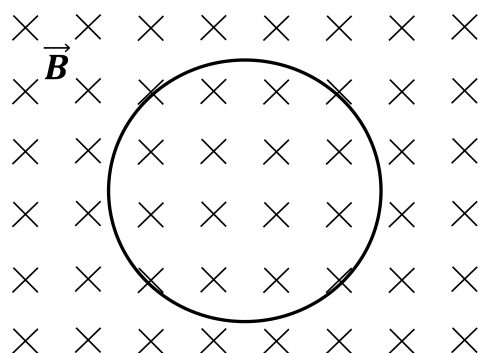


Figura (a)

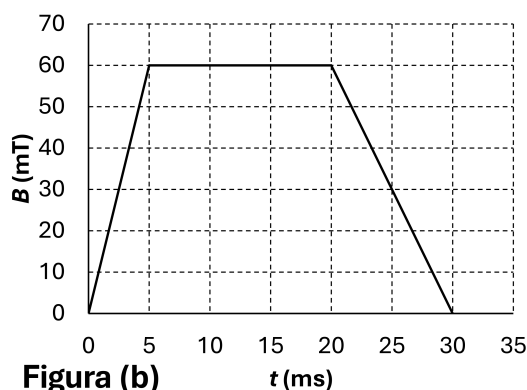


Figura (b)

Bloque Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas (Elija una entre las preguntas 4.A. y 4.B.)

Pregunta 4.A.- El radón (Rn) es un gas que aparece en las cadenas radiactivas naturales. En España, se calcula que entre 1500 y 2000 cánceres de pulmón al año son debidos a la desintegración del isótopo ²²²Rn acumulado en el interior de las casas, sobre todo en sótanos y edificios poco ventilados.

- (1 punto) Sabiendo que la cantidad de átomos del ²²²Rn disminuye en un 16,6 % en un día, calcule la constante de desintegración del ²²²Rn y su periodo de semidesintegración.
- (1,5 puntos) Si disponemos inicialmente de 1 mg de ²²²Rn, ¿cuántos átomos se desintegrarán en nueve días?

Datos: Número de Avogadro, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹; masa atómica del radón 222, $M_{Rn} = 222$ u.

Pregunta 4.B.- En un laboratorio se tienen dos fuentes de luz monocromática, de 365 nm y 850 nm. Sabiendo que para extraer un electrón del potasio se necesitan 2,29 eV:

- (0,7 puntos) Calcule la longitud de onda umbral para el efecto fotoeléctrico del potasio.
- (0,4 puntos) Indique si se producirá efecto fotoeléctrico cuando se irradie una lámina de potasio con cada una de las fuentes individualmente.
- (1,4 puntos) Determine la energía cinética máxima de los electrones emitidos por la lámina sólo en el caso en el que se produzca efecto fotoeléctrico.

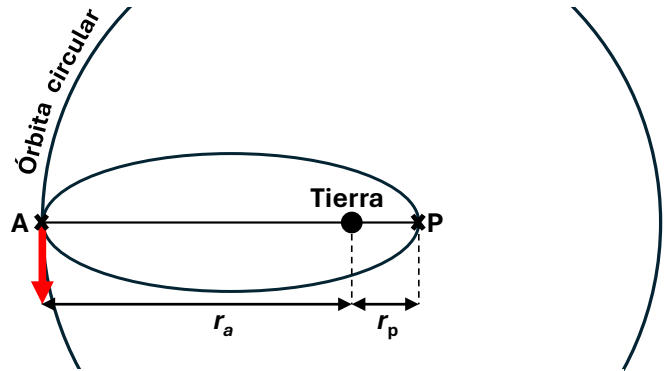
Datos: Constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s; Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹; Masa del electrón, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN FÍSICA

- ✱ Las preguntas deben contestarse razonadamente, valorando en su resolución una adecuada estructuración y el rigor en su desarrollo.
- ✱ Se valorará positivamente la inclusión de pasos detallados, así como la realización de diagramas, dibujos y esquemas.
- ✱ En la corrección de las preguntas se tendrá en cuenta el proceso seguido en la resolución de las mismas, valorándose positivamente la identificación de los principios y leyes físicas involucradas.
- ✱ Se valorará la destreza en la obtención de resultados numéricos y el uso correcto de las unidades en el Sistema Internacional.
- ✱ Se evaluará la coherencia, la cohesión, la corrección gramatical, léxica y ortográfica de los textos producidos, así como su presentación.
- ✱ Cada pregunta, debidamente justificada y razonada con la solución correcta, se calificará con un máximo de 2,5 puntos.
- ✱ En las preguntas que consten de varios apartados, la calificación máxima será la misma para cada uno de ellos (desglosada en múltiplos de 0,1 puntos).

SOLUCIONES - FÍSICA
(Documento de trabajo orientativo)

Pregunta 1.- Un satélite de 50 kg de masa describe inicialmente una órbita elíptica alrededor de la Tierra. Para obtener el periodo de la órbita se mide el tiempo de tránsito del satélite desde el perigeo (P) hasta el apogeo (A), encontrándose un valor de 55759,5 s. Se desea que pase a una órbita circular de radio $r_{cir} = 8,2 \cdot 10^4$ km alrededor de la Tierra, para lo cual se le proporciona un impulso instantáneo en la posición A (ver figura). Calcule:



- (1,2 puntos) El periodo, el semieje mayor y la distancia del centro de la Tierra al perigeo en la órbita elíptica.
- (0,6 puntos) La energía mecánica del satélite en la órbita elíptica sabiendo que la velocidad en el perigeo es igual a $6,0 \text{ km s}^{-1}$.
- (0,7 puntos) La energía mecánica del satélite en la órbita circular.

Datos: Constante de la Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; Masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Solución:

- El periodo lo obtendremos a partir del tiempo que tarda el satélite en desplazarse desde el perigeo al apogeo, con lo que el periodo será:

$$T = 2 \cdot (55759,5) = 111519 \text{ s} = 1,12 \cdot 10^5 \text{ s}$$

A partir de la tercera ley de Kepler calculamos el semieje mayor.

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2}{GM_T}} a^3 \rightarrow a = \left(\frac{T^2 GM_T}{4\pi^2} \right)^{1/3} = \left(\frac{(1,12 \cdot 10^5)^2 (6,67 \cdot 10^{-11}) (5,97 \cdot 10^{24})}{4\pi^2} \right)^{1/3}$$

$$a = 5,01 \cdot 10^7 \text{ m}$$

Finalmente, calculamos la distancia al perigeo a partir de la expresión que relaciona el semieje mayor, a , con las distancias al perigeo y al apogeo. Deduciendo del enunciado que el radio de la órbita circular es el dato de la distancia al apogeo tendremos:

$$a = \frac{r_a + r_p}{2} \rightarrow r_p = 2a - r_a = 2 \cdot (5,01 \cdot 10^7) - (8,2 \cdot 10^7) = 1,81 \cdot 10^7 \text{ m}$$

- Como el enunciado nos indica la velocidad que tiene el satélite en el perigeo, y conocemos la distancia a este, la energía mecánica de la órbita elíptica la calcularemos:

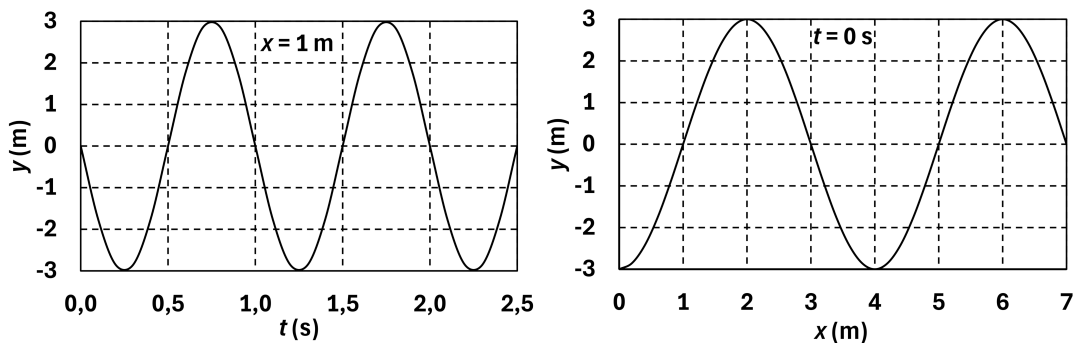
$$E_{M,elip} = \frac{1}{2} m_s v_p^2 - \frac{GM_T m_s}{r_p} = \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot (6,0 \cdot 10^3)^2 - \frac{(6,67 \cdot 10^{-11}) (5,97 \cdot 10^{24}) (50)}{1,81 \cdot 10^7} = -1,99 \cdot 10^8 \text{ J}$$

- La energía mecánica en la órbita circular será:

$$E_{M,cir} = -\frac{1}{2} \frac{GM_T m_s}{r_a} = -\frac{1}{2} \frac{(6,67 \cdot 10^{-11}) (5,97 \cdot 10^{24}) (50)}{8,2 \cdot 10^7} = -1,21 \cdot 10^8 \text{ J}$$

Pregunta 2.A.- Las siguientes gráficas muestran la oscilación de una onda armónica transversal que oscila en el eje y en función del tiempo en $x = 1$ m, y la elongación en función de x para el instante inicial. Si la onda se propaga en el sentido positivo del eje x , determine:

- (1,6 puntos) El periodo, el número de onda, la amplitud y la longitud de onda.
- (0,9 puntos) La expresión matemática de la onda.



Solución:

- De la gráfica temporal ($x = 1$ m) obtenemos el periodo (tiempo empleado para una oscilación completa).

$$T = 1 \text{ s}$$

De la gráfica espacial ($t = 0$) obtenemos la longitud de onda. Dicha gráfica representa el perfil de la onda en un instante concreto ($t = 0$).

$$\lambda = 4 \text{ m}$$

El número de onda lo obtenemos a partir de la expresión que relaciona este parámetro con la longitud de onda tal que:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ rad m}^{-1}$$

Por último, de cualquiera de las dos gráficas obtenemos la amplitud, la cual será:

$$A = 3 \text{ m}$$

- Para poder escribir la expresión de la función de onda necesitamos calcular la frecuencia angular, e identificar la fase inicial de dicha onda.

$$y(x, t) = A \sin(\omega t \pm kx + \phi_0)$$

La frecuencia angular la calcularemos a partir del periodo calculado en el anterior apartado

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ rad s}^{-1}$$

Al propagarse la onda en el sentido positivo del eje x , se propaga desde $-x$ hacia $+x$ con lo que la expresión general de la función de onda tendrá signo negativo. Finalmente, la fase inicial la calcularemos identificando una posición exacta de la partícula en un instante de tiempo determinado, por ejemplo, en el instante $t = 0$ s, $x = 1$ m y la elongación de la onda es igual a 0 m. Sustituyendo en la expresión general tendremos:

$$y(x = 1 \text{ m}, t = 0 \text{ s}) = 0 = A \sin\left(2\pi \cdot 0 - \frac{\pi}{2} \cdot 1 + \phi_0\right) \rightarrow 0 = \sin\left(-\frac{\pi}{2} + \phi_0\right)$$

$$n\pi = -\frac{\pi}{2} + \phi_0 \rightarrow \phi_0 = n\pi + \frac{\pi}{2} \begin{cases} n = 0 \rightarrow \phi_0 = \frac{\pi}{2} \\ n = 1 \rightarrow \phi_0 = \frac{3\pi}{2} \end{cases}$$

Para descartar una de las dos posibles fases iniciales podemos, o bien, una vez obtenidas las dos posibles fases iniciales, calcular la elongación para una posición y un instante determinados y

evaluar los resultados con la gráfica, o bien, obtener la derivada temporal y analizarla en un punto con la ayuda de la gráfica.

Aplicando el primer método elegimos un punto ($x = 2 \text{ m}$; $t = 0 \text{ s}$) y calculamos la elongación para cada una de las fases iniciales.

$$\phi_0 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow y(x = 2 \text{ m}, t = 0 \text{ s}) = 3 \cdot \sin\left(2\pi \cdot 0 - \frac{\pi}{2} \cdot 2 + \frac{\pi}{2}\right) = 3 \cdot \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) = -3 \text{ m}$$

$$\phi_0 = \frac{3\pi}{2} \Rightarrow y(x = 2 \text{ m}, t = 0 \text{ s}) = 3 \cdot \sin\left(2\pi \cdot 0 - \frac{\pi}{2} \cdot 2 + \frac{3\pi}{2}\right) = 3 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 3 \text{ m}$$

Por lo tanto, y de acuerdo con la gráfica:

$$y(x, t) = 3 \sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}x + \frac{3\pi}{2}\right)$$

donde y está en m, t está en s y x en m.

Por el segundo método calculamos la derivada temporal

$$\frac{\partial y}{\partial t} = A\omega \cos(\omega t - kx + \phi_0)$$

Y la evaluamos para $t = 0 \text{ s}$ y $x = 1 \text{ m}$

$$\frac{\partial y}{\partial t}(1, 0) = A\omega \cos\left(-\frac{\pi}{2} + \phi_0\right)$$

Como en la representación gráfica, la onda es descendente, la derivada será negativa, o lo que es lo mismo:

$$\cos\left(-\frac{\pi}{2} + \phi_0\right) < 0 \begin{cases} \phi_0 = \frac{\pi}{2} \rightarrow \cos\left(-\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}\right) = \cos(0) = 1 > 0 \\ \phi_0 = \frac{3\pi}{2} \rightarrow \cos\left(-\frac{\pi}{2} + \frac{3\pi}{2}\right) = \cos(\pi) = -1 < 0 \end{cases}$$

Teniendo en cuenta el resultado obtenido, la expresión final de la onda transversal será:

$$y(x, t) = 3 \sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}x + \frac{3\pi}{2}\right)$$

donde y está en m, t está en s y x en m.

Finalmente, si hubiésemos trabajado la función de onda con la función coseno la solución sería:

$$y(x, t) = 3 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}x + \pi\right)$$

donde y está en m, t está en s y x en m.

Pregunta 2.B.- Un sistema óptico está formado por dos lentes, la primera convergente de distancia focal 15 cm, y la segunda divergente con una distancia focal de 20 cm. Ambas lentes están separadas una distancia de 60 cm. Si a 30 cm a la izquierda de la primera lente se sitúa un objeto de 10 cm de altura:

- (1,5 puntos) Calcule la posición, el tamaño y la naturaleza de la imagen final.
- (1 punto) Realice el trazado de rayos de la formación de imagen a través del sistema óptico.

Solución:

- Calculamos la distancia a la que se formará la imagen por la primera lente

$$\frac{1}{s'_1} - \frac{1}{s_1} = \frac{1}{f'_1}$$

$$\frac{1}{s'_1} - \frac{1}{-30} = \frac{1}{15} \rightarrow \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{30} \rightarrow s'_1 = 30 \text{ cm}$$

La separación entre lentes es de 60 cm, con lo que la imagen de la lente convergente actuará como objeto de la lente divergente y se hallará a 30 cm a la izquierda de su vértice. La imagen final se formará en:

$$\frac{1}{s'_2} - \frac{1}{s_2} = \frac{1}{f'_2}$$

$$\frac{1}{s'_2} - \frac{1}{-30} = \frac{1}{-20} \rightarrow \frac{1}{s'_2} = -\frac{5}{60} \rightarrow s'_2 = -12 \text{ cm}$$

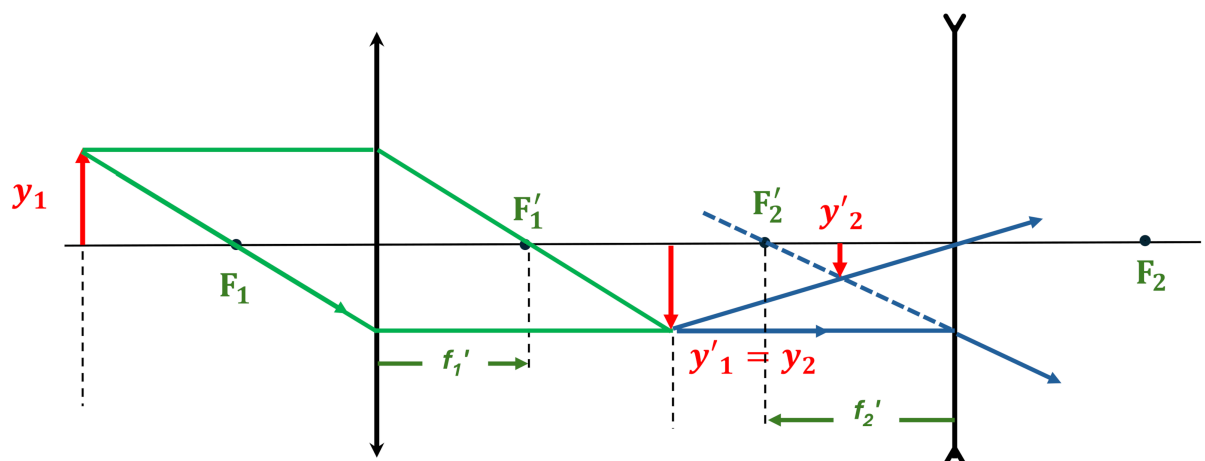
La imagen se formará a 12 cm a la izquierda de la lente divergente. El aumento total será el producto de los aumentos producido por ambas lentes.

$$M_T = M_1 \cdot M_2 = \frac{s'_1}{s_1} \cdot \frac{s'_2}{s_2} = \frac{30}{-30} \cdot \frac{-12}{-30} = -\frac{2}{5} = -0,4$$

$$y' = y \cdot M_T = 10 \cdot -0,4 = -4 \text{ cm}$$

La imagen es virtual, invertida y de 4 cm de altura.

- El diagrama de rayos se representa a continuación:



Pregunta 3.A.- Una carga positiva q_1 se halla situada en el origen de coordenadas del plano xy . En un punto P situado en el eje x y a una distancia desconocida del origen, el potencial eléctrico debido a dicha carga es de $9 \cdot 10^2$ V y el módulo del campo eléctrico en esa misma posición es de $1,8 \cdot 10^4$ N C⁻¹.

- (1,6 puntos) Calcule el valor de la carga q_1 y la distancia d_1 que hay entre la carga y el punto P.
- (0,9 puntos) Si a continuación, manteniendo la carga q_1 en el origen de coordenadas, situamos una segunda carga, q_2 , de -10 nC en la posición (0, 5) cm del plano xy , determine el vector campo eléctrico en la posición (5, 0) cm.

Dato: Constante de Coulomb, $K = 9 \cdot 10^9$ N m² C⁻².

Solución:

- La expresión del potencial eléctrico que crea la carga q_1 a una distancia d_1 es:

$$V_1 = K \frac{q_1}{d_1} = 9,0 \cdot 10^2 \text{ V}$$

Por otra parte, la expresión de la intensidad del campo eléctrico es:

$$E_1 = K \frac{q_1}{d_1^2} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ N C}^{-1}$$

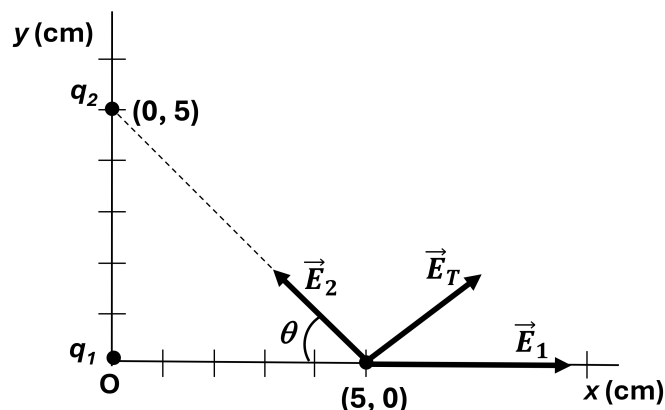
De las dos ecuaciones anteriores podemos obtener el valor de la distancia d_1 y de la carga q_1 .

$$\frac{V_1}{E_1} = \frac{K \frac{q_1}{d_1}}{K \frac{q_1}{d_1^2}} = d_1 = \frac{9,0 \cdot 10^2}{1,8 \cdot 10^4} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

La carga la obtendremos sustituyendo en una de las dos ecuaciones definidas al principio. Tomamos la ecuación del potencial eléctrico y tendremos:

$$V_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{q_1}{5 \cdot 10^{-2}} = 9,0 \cdot 10^2 \rightarrow q_1 = \frac{9,0 \cdot 10^2 \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{9 \cdot 10^9} = 5 \text{ nC}$$

- Del anterior apartado tenemos el campo de la carga positiva situada en el origen.



$$\vec{E}_1(x = 5 \text{ cm}) = K \frac{q_1}{d_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-9}}{0,05^2} = 1,8 \cdot 10^4 \vec{i} \text{ N C}^{-1}$$

Calcularemos entonces el campo debido a la partícula 2 situada en la posición (0, 5) cm. La distancia de esta segunda partícula al punto (5, 0) cm es:

$$d_2 = \sqrt{5^2 + 5^2} = \sqrt{50} \text{ cm} = 7,07 \text{ cm}$$

Por su parte, el ángulo que forma es igual a 45° , ya que su tangente es igual a la unidad:

$$\begin{aligned} \vec{E}_2(x = 5 \text{ cm}) &= K \frac{q_2}{d_2^2} \left[\cos \theta \left(-\vec{i} \right) + \sin \theta \left(\vec{j} \right) \right] = 9 \cdot 10^9 \frac{10 \cdot 10^{-9}}{50 \cdot 10^{-4}} \left[\cos \theta \left(-\vec{i} \right) + \sin \theta \left(\vec{j} \right) \right] = \\ &= 9 \cdot 10^9 \frac{10 \cdot 10^{-9}}{50 \cdot 10^{-4}} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} \left(-\vec{i} \right) + \frac{\sqrt{2}}{2} \left(\vec{j} \right) \right] = \left[-1,27 \cdot 10^4 \vec{i} + 1,27 \cdot 10^4 \vec{j} \right] \text{ N C}^{-1} \end{aligned}$$

El campo total en la posición (5, 0) cm será igual a:

$$\vec{E}_T(x = 5 \text{ cm}) = (1,8 \cdot 10^4 - 1,27 \cdot 10^4) \vec{i} + (1,27 \cdot 10^4) \vec{j} = \left[0,53 \cdot 10^4 \vec{i} + 1,27 \cdot 10^4 \vec{j} \right] \text{ N C}^{-1}$$

Pregunta 3.B.- Una espira circular de área $S = 10 \text{ cm}^2$ se sitúa perpendicular a un campo magnético $\vec{B}$ tal y como se muestra en la Figura (a). Por otra parte, en la Figura (b) se muestra la variación con el tiempo del campo magnético.

- a) (1,5 puntos) Calcule la fuerza electromotriz inducida en la espira en los intervalos de tiempo (0, 5) ms, (5, 20) ms y (20, 30) ms.
- b) (1 punto) Si la resistencia de la espira es de 2Ω , determine la intensidad de corriente eléctrica, indicando el sentido de esta, para los intervalos de tiempo (0, 5) ms y (20, 30) ms.

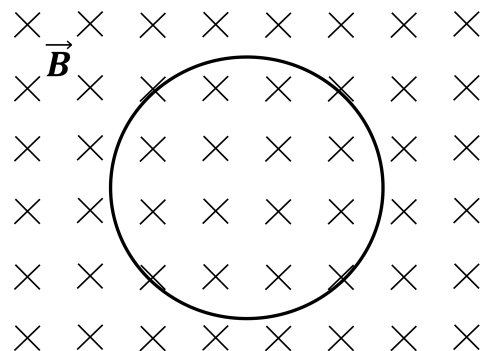


Figura (a)

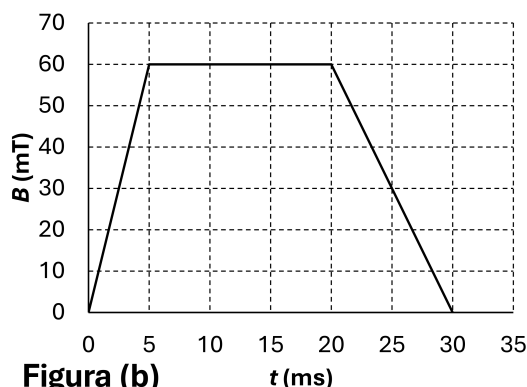


Figura (b)

Solución:

- a) Los intervalos temporales que identificamos en la gráfica son tres (0, 5), (5, 20), (20, 30) expresados en ms. Calculemos la fuerza electromotriz para cada uno de ellos:

0 ms < t < 5 ms En este periodo de tiempo el campo magnético crece linealmente con t y la gráfica nos indica que la pendiente será positiva. Calculamos la fuerza electromotriz inducida en la espira circular.

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(\vec{B} \cdot \vec{S})}{dt} \Rightarrow \mathcal{E} = -\frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S = -\frac{60 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-3} = -12 \text{ mV}$$

5 ms < t < 20 ms En este periodo de tiempo, el campo magnético no varía, la orientación de la espira tampoco, con lo que el flujo magnético en todo el intervalo no varía. La fuerza electromotriz inducida será nula.

20 ms < t < 30 ms En este intervalo, el campo magnético decrece linealmente con t, por lo tanto, la pendiente será negativa. De los datos que nos suministra la gráfica calculamos la fuerza electromotriz.

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(\vec{B} \cdot \vec{S})}{dt} \Rightarrow \mathcal{E} = -\frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S = -\frac{-60 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-3} = 6 \text{ mV}$$

- b) Calculemos la intensidad para cada uno de los intervalos temporales solicitado en este apartado.

0 ms < t < 5 ms En este intervalo aumenta el campo magnético en función del tiempo, aumentando hacia dentro del papel. La fuerza electromotriz inducida produce una corriente en sentido antihorario y su valor:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{12 \cdot 10^{-3}}{2} = 6 \text{ mA}$$

20 ms < t < 30 ms En este caso, el campo magnético disminuye hacia dentro del papel, con lo cual, la fuerza electromotriz inducida producirá una corriente en sentido horario. El valor de la intensidad será:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{2} = 3 \text{ mA}$$

Pregunta 4.A.- El radón (Rn) es un gas que aparece en las cadenas radiactivas naturales. En España, se calcula que entre 1500 y 2000 cánceres de pulmón al año son debidos a la desintegración del isótopo ^{222}Rn acumulado en el interior de las casas, sobre todo en sótanos y edificios poco ventilados.

- (1 punto) Sabiendo que la cantidad de átomos del ^{222}Rn disminuye en un 16,6 % en un día, calcule la constante de desintegración del ^{222}Rn y su periodo de semidesintegración.
- (1,5 puntos) Si disponemos inicialmente de 1 mg de ^{222}Rn , ¿cuántos átomos se desintegrarán en nueve días?

Datos: Número de Avogadro, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; masa atómica del radón 222, $M_{\text{Rn}} = 222 \text{ u}$.

Solución:

- La constante de desintegración radiactiva la calcularemos a partir de:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \rightarrow (1 - 0,166) = e^{-\lambda \cdot 24 \cdot 3600} \rightarrow \lambda = -\frac{\ln 0,834}{86400} = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

Una vez calculada la constante radiactiva, el periodo de semidesintegración será:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{2,1 \cdot 10^{-6}} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ s} = 3,82 \text{ días}$$

- El número de átomos que se habrán desintegrado hasta el noveno día lo obtendremos calculando inicialmente el número de núcleos (N_0) en la muestra inicial para, a continuación, calcular el número de núcleos que se han desintegrado tras nueve días.

$$N_0 = \frac{N_A \cdot m}{M_{\text{Rn}}} = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{222} = 2,72 \cdot 10^{18} \text{ núcleos}$$

El número de núcleos que se desintegran tras nueve días.

$$\Delta N = N_0 - N(t) = N_0 - N_0 e^{-\lambda t_9} = N_0 [1 - e^{-\lambda t_9}] = 2,72 \cdot 10^{18} \cdot [1 - e^{-2,1 \cdot 10^{-6} \cdot (9 \cdot 86400)}]$$

$$\Delta N = 2,19 \cdot 10^{18} \text{ átomos de } ^{222}\text{Rn}$$

Pregunta 4.B.- En un laboratorio se tienen dos fuentes de luz monocromática, de 365 nm y 850 nm. Sabiendo que para extraer un electrón del potasio se necesitan 2,29 eV:

- a) (0,7 puntos) Calcule la longitud de onda umbral para el efecto fotoeléctrico del potasio.
- b) (0,4 puntos) Indique si se producirá efecto fotoeléctrico cuando se irradie una lámina de potasio con cada una de las fuentes individualmente.
- c) (1,4 puntos) Determine la energía cinética máxima de los electrones emitidos por la lámina sólo en el caso en el que se produzca efecto fotoeléctrico.

Datos: Constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s; Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹; Masa del electrón, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Solución:

- a) La longitud de onda umbral la calcularemos a partir de la fórmula de Planck.

$$E_{\text{mín}} = hf_0 = h \frac{c}{\lambda_0}$$

$$\lambda_0 = h \frac{c}{E_{\text{mín}}} = (6,63 \cdot 10^{-34}) \frac{3 \cdot 10^8}{2,29 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,43 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 543 \text{ nm}$$

- b) Para poder indicar si se producirá efecto fotoeléctrico trabajando con ambas fuentes de luz, necesitamos utilizar la longitud de onda umbral y compararla con las longitudes de onda con las que se irradia la muestra.

Podemos concluir que con la lámpara de luz de longitud de onda de 850 nm no se producirá efecto fotoeléctrico ya que es mayor que la longitud de onda umbral, mientras que con la lámpara de 365 nm habrá efecto fotoeléctrico.

- c) Para la fuente cuya longitud de onda es de 850 nm, al no producirse efecto fotoeléctrico, no tendrá sentido este tercer apartado. Trabajaremos entonces con la longitud de onda de 365 nm.

La energía cinética máxima la calcularemos utilizando la relación de Einstein y la longitud de onda umbral calculada en el anterior apartado.

$$E_{c,\text{máx}} = h \frac{c}{\lambda_1} - \phi = (6,63 \cdot 10^{-34}) \frac{3 \cdot 10^8}{365 \cdot 10^{-9}} - (2,29 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) = 1,78 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,12 \text{ eV}$$