

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.

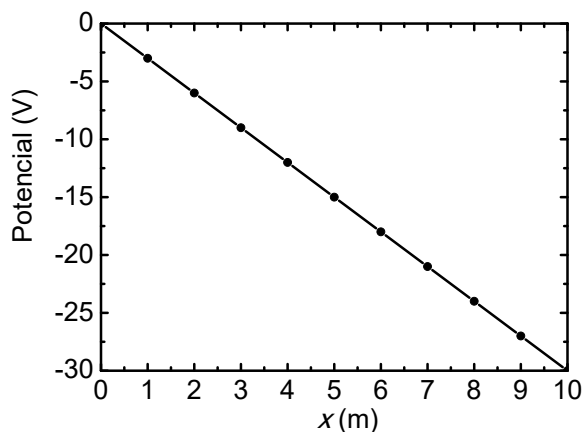
Bloque Campo electromagnético (Esta pregunta no tiene opcionalidad)

Pregunta 1.- Se han colocado dos placas paralelas perpendiculares a la dirección x . Una de ellas se ha cargado con carga positiva y la otra con igual carga, pero de signo negativo. Mediante una sonda se ha medido el potencial electrostático en la región entre las placas $0 \leq x \leq 10$ m. Los valores del potencial se representan en la figura. A partir de ella se ha determinado que el potencial electrostático en el intervalo, $0 \leq x \leq 10$ m, viene dado por la expresión:

$$V(x) = -3x$$

donde x está expresado en metros y V en voltios. La intensidad del campo eléctrico está relacionada con el potencial, para el caso unidimensional, mediante la expresión:

$$E(x) = -\frac{dV}{dx}$$



- (1 punto) Calcule el campo eléctrico en el intervalo $0 \leq x \leq 10$ m.
- (0,5 puntos) Determine la aceleración que tendría una carga de 10 nC y masa $6 \cdot 10^{-10}$ kg que se situara en el punto $x = 5$ m.
- (1 puntos) Si la carga de 10 nC y masa $6 \cdot 10^{-10}$ kg se deja en reposo en el origen de coordenadas determine su velocidad en el punto $x = 5$ m.

Bloque Campo gravitatorio (Elija una entre las preguntas 2.A. y 2.B.)

Pregunta 2.A.- Se ha situado un satélite de comunicaciones de masa 1500 kg en una órbita circular alrededor de la Tierra. La energía mecánica del satélite en su órbita es $-4,51 \cdot 10^{10}$ J.

- (1 punto) Calcule el radio de la órbita y la velocidad del satélite en ella.
- (0,8 puntos) ¿Cuántas vueltas alrededor de la Tierra da el satélite en un día?
- (0,7 puntos) Determine la velocidad de escape del satélite desde su órbita.

Datos: Constante de la Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² kg⁻²; Masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg.

Pregunta 2.B.- Dos masas puntuales, $m_1 = 2$ kg y $m_2 = 4$ kg están situadas en el origen de coordenadas y en el punto (4, 0) m del plano xy , respectivamente. Calcule:

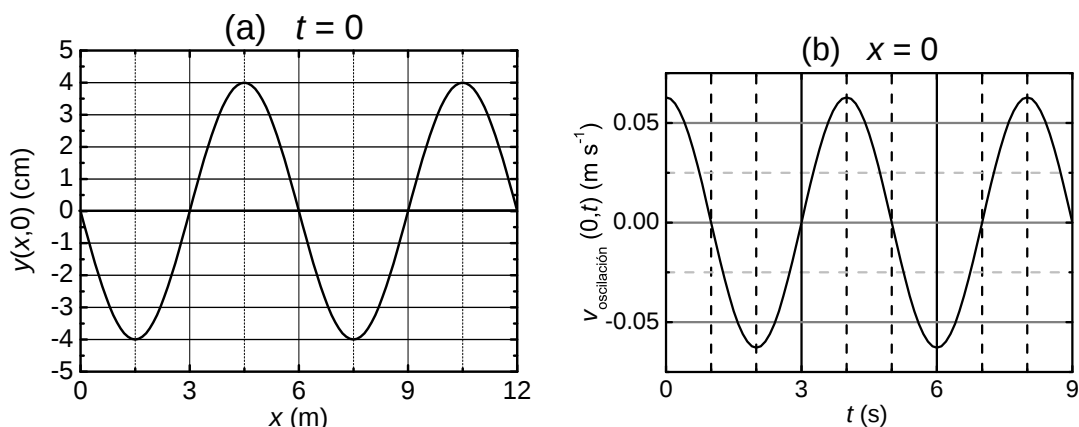
- (1,5 puntos) El punto del eje x entre ambas masas en el que el campo gravitatorio creado por las dos masas es nulo.
- (1 punto) El campo gravitatorio total debido a ambas masas en el punto (0, 2) m.

Dato: Constante de la Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² kg⁻².

Bloque Vibraciones y Ondas (Elija una entre las preguntas 3.A. y 3.B.)

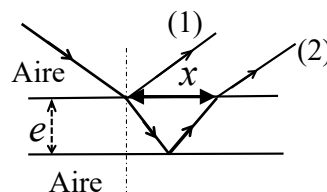
Pregunta 3.A.- La ecuación de una onda transversal que se propaga a lo largo de la dirección positiva del eje x viene dada por la expresión $y(x,t) = A \sin(\omega t - kx + \phi)$. En la figura (a) se representa el desplazamiento de los diferentes puntos del medio en el instante $t = 0$. En la figura (b) se representa la velocidad de oscilación del punto $x = 0$ del medio en función del tiempo. Determine:

- (1 punto) La amplitud de la onda A y el número de ondas k .
- (1 punto) La fase de la onda ϕ y el valor máximo de la velocidad de oscilación.
- (0,5 puntos) La velocidad de propagación de la onda.



Pregunta 3.B.- Un rayo de luz incide desde el aire sobre una lámina de espesor $e = 3$ cm, con un ángulo de incidencia de 48° . El índice de refracción de la lámina es $n = 1,7$. El rayo, tras sufrir refracción en la cara superior, se refleja en la cara inferior de la lámina y vuelve a salir al aire, tal y como se muestra en la figura. Determine:

- (0,5 puntos) El ángulo de refracción en la cara superior.
- (1 punto) El tiempo que tarda el rayo refractado en llegar a la cara inferior de la lámina.
- (1 punto) La separación x entre los rayos (1) y (2).



Datos: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m s $^{-1}$; Índice de refracción del aire, $n = 1$.

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

Pregunta 4.A.- Cuando una lámina de plata se ilumina con luz de 150 nm se necesita un potencial de 3,55 V para frenar los electrones emitidos. Sin embargo, si se usa una luz de 200 nm, el potencial para frenar los electrones es de 1,48 V. A partir de estos datos, determine:

- (1,5 puntos) El valor de la constante de Planck.
- (1 punto) El trabajo de extracción de los electrones de la lámina de plata en eV.

Datos: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m s $^{-1}$; Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Pregunta 4.B.- En el primer paso del proceso de desintegración, cada núcleo del isótopo ^{228}Ra se transmuta en un núcleo del isótopo ^{228}Ac y se emite una partícula β^- . Si se tiene una muestra de 30 g de ^{228}Ra cuya actividad inicial es de $3,03 \cdot 10^{14}$ Bq, determine:

- (0,5 puntos) El número de partículas β^- por segundo que emite inicialmente la muestra de ^{228}Ra .
- (1 punto) La constante de desintegración y el periodo de semidesintegración.
- (1 punto) La masa del isótopo ^{228}Ra que se habrá transformado en ^{228}Ac cuando hayan transcurrido 10 años.

Datos: Número de Avogadro, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$; Masa atómica del isótopo ^{228}Ra , $M = 228$ u.

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

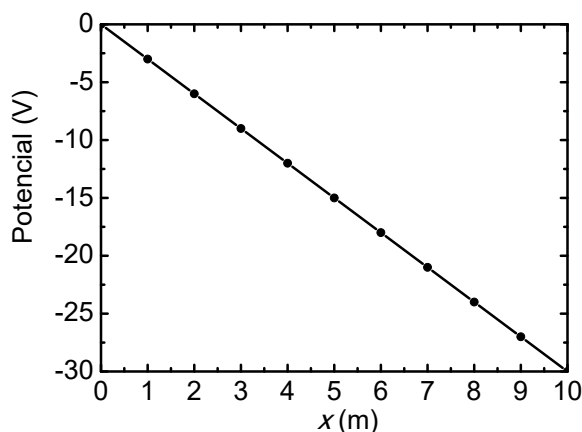
(Documento de trabajo orientativo)

Pregunta 1.- Se han colocado dos placas paralelas perpendiculares a la dirección x . Una de ellas se ha cargado con carga positiva y la otra con igual carga, pero de signo negativo. Mediante una sonda se ha medido el potencial electrostático en la región entre las placas $0 \leq x \leq 10$ m. Los valores del potencial se representan en la figura. A partir de ella se ha determinado que el potencial electrostático en el intervalo, $0 \leq x \leq 10$ m, viene dado por la expresión:

$$V(x) = -3x$$

donde x está expresado en metros y V en voltios. La intensidad del campo eléctrico está relacionada con el potencial, para el caso unidimensional, mediante la expresión:

$$E(x) = -\frac{dV}{dx}$$



- (1 punto) Calcule el campo eléctrico en el intervalo $0 \leq x \leq 10$ m.
- (0,5 puntos) Determine la aceleración que tendría una carga de 10 nC y masa $6 \cdot 10^{-10}$ kg que se situara en el punto $x = 5$ m.
- (1 puntos) Si la carga de 10 nC y masa $6 \cdot 10^{-10}$ kg se deja en reposo en el origen de coordenadas determine su velocidad en el punto $x = 5$ m.

Solución:

- Determinamos el campo eléctrico a partir de la expresión dada en el enunciado. Por otro lado, como todo sucede en una sola dimensión no es necesario escribir vectores.

$$E(x) = -\frac{dV}{dx} = -\frac{d(-3x)}{dx} = 3 \text{ V m}^{-1}$$

Por tanto, el campo eléctrico es:

$$E(x) = 3 \text{ V m}^{-1}$$

puesto que V estaba en voltios y x en metros.

- Calculamos la aceleración que tendría un carga de 10 nC y masa $6 \cdot 10^{-10}$ kg que se situara en el punto $x = 5$ m. Sabemos que:

$$F = qE = ma \implies a = \frac{qE}{m}$$

El campo eléctrico es uniforme en la zona entre las placas, tiene el mismo valor en todos los puntos, y va en la dirección positiva, luego:

$$a = \frac{10 \cdot 10^{-9} \cdot 3}{6 \cdot 10^{-10}} = 50 \text{ m s}^{-2}$$

Por tanto la aceleración en $x = 5$ m es $a = 50 \text{ m s}^{-2}$.

- Determinamos la velocidad que tiene la partícula en el punto $x = 5$ m. Como la fuerza eléctrica es conservativa, la energía total se conserva. Podemos escribir:

$$E(0) = E(x) \implies \frac{1}{2}mv_0^2 + qV(0) = \frac{1}{2}mv^2 + qV$$

Como la velocidad en el origen es cero y el potencial electrostático en el origen también es cero:

$$0 = \frac{1}{2}mv^2 + qV(x) \implies -qV(x) = \frac{1}{2}mv^2 \implies 3qx = \frac{1}{2}mv^2 \implies v = \sqrt{\frac{6qx}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{6 \cdot 10 \cdot 10^{-9} \cdot 5}{6 \cdot 10^{-10}}} = 22,36 \text{ m s}^{-1}$$

Por tanto, la velocidad en el punto $x = 5 \text{ m}$ es $v = 22,36 \text{ m s}^{-1}$

Pregunta 2.A.- Se ha situado un satélite de comunicaciones de masa 1500 kg en una órbita circular alrededor de la Tierra. La energía mecánica del satélite en su órbita es $-4,51 \cdot 10^{10}$ J.

- (1 punto) Calcule el radio de la órbita y la velocidad del satélite en ella.
- (0,8 puntos) ¿Cuántas vueltas alrededor de la Tierra da el satélite en un día?
- (0,7 puntos) Determine la velocidad de escape del satélite desde su órbita.

Datos: Constante de la Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² kg⁻²; Masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg.

Solución:

- a) El satélite se encuentra en una órbita circular, luego:

$$F = \frac{GM_T m}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{GM_T}{r}$$

Por otro lado, la energía mecánica total del satélite es:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{Gm M_T}{r} = \frac{1}{2} \left(\frac{Gm M_T}{r} \right) - \frac{Gm M_T}{r} = -\frac{1}{2} \frac{Gm M_T}{r}$$

$$\Rightarrow r = -\frac{Gm M_T}{2E} \Rightarrow r = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \cdot 1500}{2 \cdot (-4,51 \cdot 10^{10})} = 6,62 \cdot 10^6 \text{ m}$$

La velocidad del satélite en su órbita será:

$$v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{6,62 \cdot 10^6}} = 7754,6 \text{ m s}^{-1}$$

Por tanto, el radio de la órbita es $6,62 \cdot 10^6$ m y su velocidad es $7,75 \cdot 10^3$ m s⁻¹

- b) Calculamos el número de vueltas que da en un día (24 horas). Calculamos en primer lugar el periodo:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 6,62 \cdot 10^6}{7754,6} = 5365,456 \text{ s} = 1,49 \text{ h}$$

El número de vueltas que el satélite da en un día es:

$$N = \frac{24}{T} = \frac{24}{1,49} = 16,10 \text{ vueltas}$$

Luego el satélite da 16,10 vueltas alrededor de la Tierra en un día.

- c) Calculamos la velocidad de escape del satélite desde su órbita. Debe cumplirse que su energía mecánica debe ser cero, luego:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{Gm M_T}{r} = 0 \Rightarrow v^2 = \frac{2GM_T}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2GM_T}{r}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{6,62 \cdot 10^6}} = 10966,62 = 1,1 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}$$

Por tanto, la velocidad de escape desde su órbita es $1,1 \cdot 10^4$ m s⁻¹

Pregunta 2.B.- Dos masas puntuales, $m_1 = 2 \text{ kg}$ y $m_2 = 4 \text{ kg}$ están situadas en el origen de coordenadas y en el punto $(4, 0) \text{ m}$ del plano xy , respectivamente. Calcule:

- (1,5 puntos) El punto del eje x entre ambas masas en el que el campo gravitatorio creado por las dos masas es nulo.
- (1 punto) El campo gravitatorio total debido a ambas masas en el punto $(0, 2) \text{ m}$.

Dato: Constante de la Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

Solución:

- Para hallar el punto en el que el campo gravitatorio es nulo, igualamos los campos generados por cada masa:

$$g_1(x, 0) = g_2(4 - x, 0) \Rightarrow G \frac{m_1}{x^2} = G \frac{m_2}{(4 - x)^2}$$

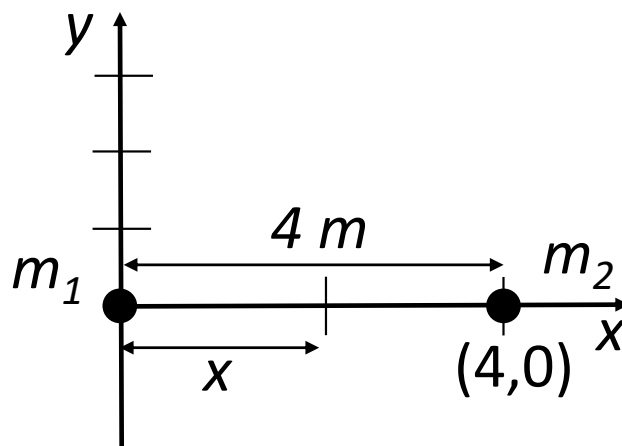
Despejando:

$$m_2 x^2 = m_1 (4 - x)^2 = m_1 (16 - 8x + x^2) \Rightarrow (m_2 - m_1)x^2 + 8m_1x - 16m_1 = 0$$

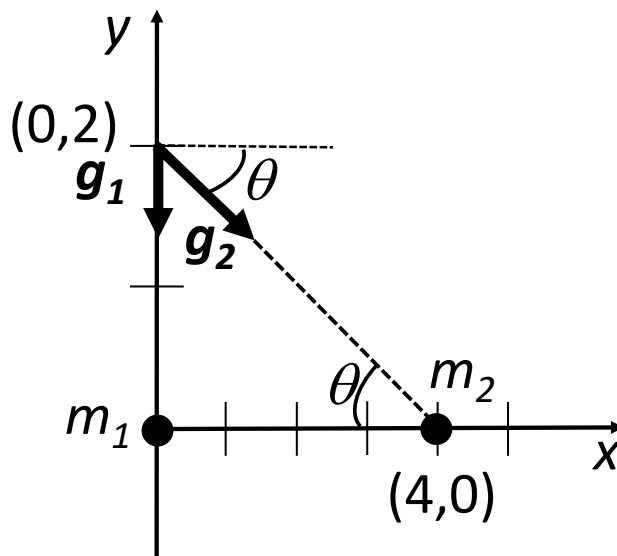
Sustituyendo los valores:

$$2x^2 + 16x - 32 = 0 \Rightarrow x = -9,66 \text{ ó } 1,66 \text{ m}$$

El punto está entre ambas masas, por lo que debe ser positivo; luego es $x = 1,66 \text{ m}$.



- Calculamos el campo gravitatorio debido a ambas masas en el punto $(0, 2) \text{ m}$



Según el principio de superposición:

$$\vec{g}(0, 2) = \vec{g}_1(0, 2) + \vec{g}_2(0, 2)$$

Para la masa m_1 , si tenemos en cuenta la figura:

$$\vec{g}_1(0, 2) = -\frac{Gm_1}{r_1^2} \vec{j}$$

Dado que $r_1 = 2 \text{ m}$

$$\vec{g}_1(0, 2) = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2}{2^2} \vec{j} = -3,34 \cdot 10^{-11} \vec{j} \text{ N kg}^{-1}$$

Para la masa m_2 , si tenemos en cuenta la figura:

$$\vec{g}_2(0, 2) = \frac{Gm_2}{r_2^2} (\cos \theta \vec{i} - \sin \theta \vec{j})$$

como:

$$\begin{aligned} r_2^2 &= 2^2 + 4^2 = 20 \\ \cos \theta &= \frac{4}{\sqrt{20}} = \frac{2}{\sqrt{5}} \\ \sin \theta &= \frac{2}{\sqrt{20}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \end{aligned} \quad (1)$$

Se cumple:

$$\vec{g}_2(0, 2) = \frac{4 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}}{20} \left(\frac{2}{\sqrt{5}} \vec{i} - \frac{1}{\sqrt{5}} \vec{j} \right) = (1,19 \cdot 10^{-11} \vec{i} - 0,60 \cdot 10^{-11} \vec{j}) \text{ N kg}^{-1}$$

Por tanto:

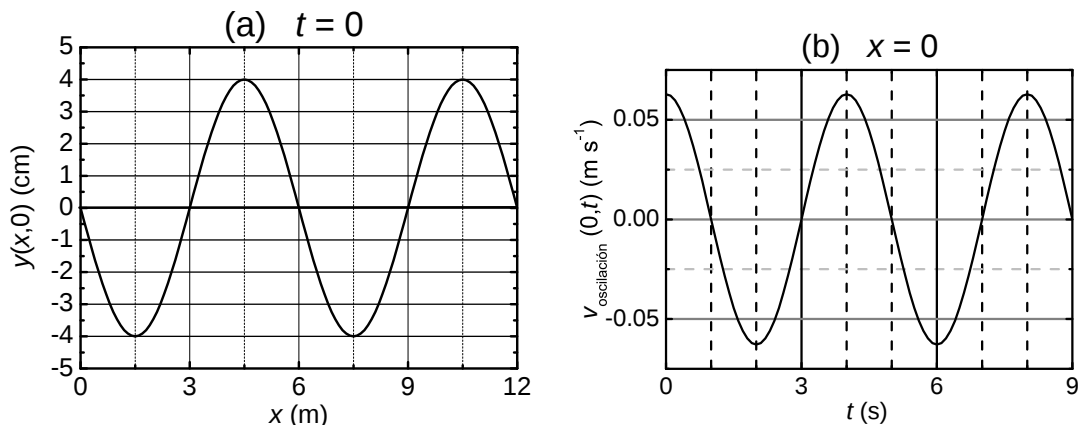
$$\vec{g}(0, 2) = \vec{g}_1(0, 2) + \vec{g}_2(0, 2) = -3,34 \cdot 10^{-11} \vec{j} + 1,19 \cdot 10^{-11} \vec{i} - 0,60 \cdot 10^{-11} \vec{j} = (1,19 \vec{i} - 3,94 \vec{j}) \cdot 10^{-11}$$

$$\Rightarrow \vec{g}(0, 2) = (1,19 \vec{i} - 3,94 \vec{j}) \cdot 10^{-11} \text{ N kg}^{-1}$$

Luego el campo gravitatorio en el punto $(0, 2) \text{ m}$ es $(1,19 \vec{i} - 3,94 \vec{j}) \cdot 10^{-11} \text{ N kg}^{-1}$

Pregunta 3.A.- La ecuación de una onda transversal que se propaga a lo largo de la dirección positiva del eje x viene dada por la expresión $y(x, t) = A \sin(\omega t - kx + \phi)$. En la figura (a) se representa el desplazamiento de los diferentes puntos del medio en el instante $t = 0$. En la figura (b) se representa la velocidad de oscilación del punto $x = 0$ del medio en función del tiempo. Determine:

- (1 punto) La amplitud de la onda A y el número de ondas k .
- (1 punto) La fase de la onda ϕ y el valor máximo de la velocidad de oscilación.
- (0,5 puntos) La velocidad de propagación de la onda.



Solución:

- Calculamos en primer lugar la amplitud y el número de ondas de la onda transversal. Según la figura (a), el desplazamiento máximo de un punto del medio material es de 4 cm, luego la amplitud es $A = 4$ cm. Por otro lado, como se ve en la figura (a), la distancia entre dos máximos consecutivos es de 6 m, luego la longitud de onda es $\lambda = 6$ m. El número de ondas será:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \text{ rad m}^{-1}$$

Por tanto, la amplitud es $A = 4$ cm y el número de ondas es $\frac{\pi}{3} \text{ rad m}^{-1}$

- Para obtener la fase de la onda y el valor máximo de la velocidad de oscilación necesitamos escribir las expresiones de la ecuación de la onda y de la velocidad de oscilación.

$$y(x, t) = A \sin(\omega t - kx + \phi) \Rightarrow \frac{dy(x, t)}{dt} = A\omega \cos(\omega t - kx + \phi)$$

Para el desplazamiento del punto $x = 0$ en $t = 0$ se cumple, según la figura (a):

$$y(0, 0) = A \sin(+\phi) = 0 \Rightarrow \phi = 0 \text{ o } \pi$$

Si tenemos en cuenta la velocidad de oscilación para $x = 0$ en $t = 0$, según la figura (b):

$$\frac{dy(0, 0)}{dt} = A\omega \cos(\phi) = A\omega \Rightarrow \phi = 0$$

Por otro lado:

$$\frac{dy(0, t)}{dt} = A\omega \cos(\omega t) = A\omega \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$$

Luego, el periodo es la distancia temporal entre dos máximos en la figura (b), $T = 4$ s. El valor máximo de la velocidad de oscilación es:

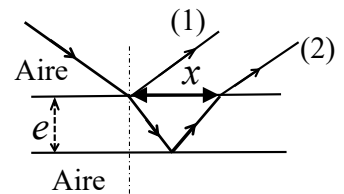
$$v_{max} = A\omega = \frac{2\pi A}{T} = \frac{2\pi \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{4} = 6,28 \cdot 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

Por tanto, la fase es $\phi = 0^\circ$ y la velocidad máxima de oscilación es $6,28 \cdot 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$

- La velocidad de propagación es:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ m s}^{-1}$$

Pregunta 3.B.- Un rayo de luz incide desde el aire sobre una lámina de espesor $e = 3 \text{ cm}$, con un ángulo de incidencia de 48° . El índice de refracción de la lámina es $n = 1,7$. El rayo, tras sufrir refracción en la cara superior, se refleja en la cara inferior de la lámina y vuelve a salir al aire, tal y como se muestra en la figura. Determine:



- (0,5 puntos) El ángulo de refracción en la cara superior.
- (1 punto) El tiempo que tarda el rayo refractado en llegar a la cara inferior de la lámina.
- (1 punto) La separación x entre los rayos (1) y (2).

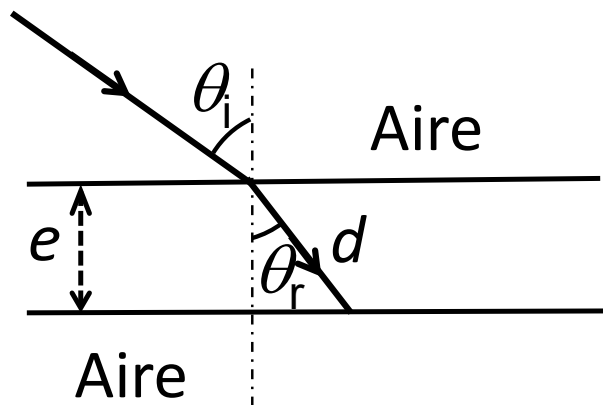
Datos: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; Índice de refracción del aire, $n = 1$.

Solución:

- Calculamos el ángulo de refracción. Para ello utilizamos la ley de Snell:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{n_1 \sin \theta_i}{n_2} = \frac{1 \cdot \sin(48)}{1,7} = 0,4371 \Rightarrow \arcsin(0,4371) = 25,92^\circ$$

Luego el ángulo de refracción es $25,92^\circ$.



- Según la figura, la distancia recorrida por el rayo en el interior de la lámina puede obtenerse mediante la expresión:

$$\cos(\theta_r) = \frac{e}{d} \Rightarrow d = \frac{e}{\cos(\theta_r)} = 3,34 \text{ cm}$$

Por otro lado:

$$v = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{v}$$

La velocidad del haz en el interior de la lámina es:

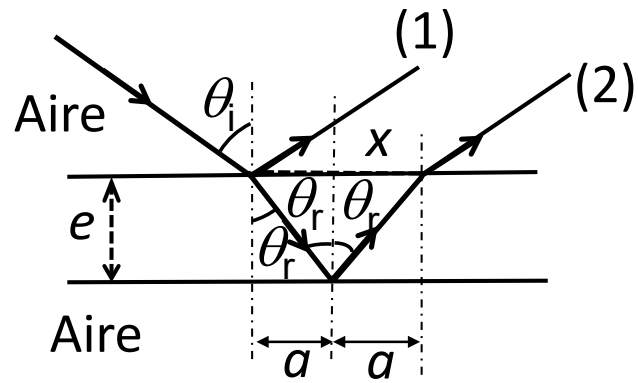
$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = 1,76 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

Por tanto, el tiempo que tarda el haz en recorrer la distancia d será:

$$t = \frac{nd}{c} = \frac{3,34 \cdot 10^{-2} \cdot 1,7}{3 \cdot 10^8} = 1,89 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

Luego el haz tarda $1,89 \cdot 10^{-10} \text{ s}$ en llegar a la cara inferior de la lámina.

c) Calculamos la separación entre los rayos (1) y (2). Según la figura:



$$\tan(\theta_r) = \frac{a}{e} \Rightarrow a = e \tan(\theta_r) = 3 \cdot \tan 25,92^\circ = 1,46 \text{ cm}$$

Luego:

$$x = 2a = 2,92 \text{ cm}$$

Por consiguiente la separación entre los rayos (1) y (2) es de 2,92 cm.

Pregunta 4.A.- Cuando una lámina de plata se ilumina con luz de 150 nm se necesita un potencial de 3,55 V para frenar los electrones emitidos. Sin embargo, si se usa una luz de 200 nm, el potencial para frenar los electrones es de 1,48 V. A partir de estos datos, determine:

- (1,5 puntos) El valor de la constante de Planck.
- (1 punto) El trabajo de extracción de los electrones de la lámina de plata en eV.

Datos: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Solución:

- Determinamos el valor de la constante de Planck. Para el efecto fotoeléctrico, la ecuación fundamental es:

$$\frac{hc}{\lambda} = W_{exl} + T_{max} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = W_{ex} + eV$$

donde V es el potencial de frenado para los electrones que salen con la energía cinética máxima. Como se ilumina con dos haces de luz de longitud de onda diferente, si $\lambda_1 = 150 \text{ nm}$ y $\lambda_2 = 200 \text{ nm}$, se tiene:

$$\frac{hc}{\lambda_1} = W_{ex} + eV_1$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = W_{ex} + eV_2$$

Hallando la diferencia entre ambas ecuaciones:

$$\frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2} = e(V_1 - V_2) \Rightarrow h = \frac{e(V_1 - V_2)}{\left(\frac{c}{\lambda_1} - \frac{c}{\lambda_2}\right)}$$

Luego:

$$h = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} (3,55 - 1,48)}{3 \cdot 10^8 \cdot 10^9 \left(\frac{1}{150} - \frac{1}{200}\right)} = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$

Por tanto, el valor de la constante de Planck es $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$

- El trabajo de extracción puede obtenerse a partir de la ecuación fundamental del efecto fotoeléctrico:

$$\begin{aligned} \frac{hc}{\lambda_1} &= W_{ex} + T_{max} \Rightarrow W_{ex} = \frac{hc}{\lambda_1} - eV \\ \Rightarrow W_{ex} &= \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{150 \cdot 10^{-9}} - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3,55 = 4,73 \text{ eV} \end{aligned}$$

Por tanto, el trabajo de extracción es de 4,73 eV

Pregunta 4.B.- En el primer paso del proceso de desintegración, cada núcleo del isótopo ^{228}Ra se transmuta en un núcleo del isótopo ^{228}Ac y se emite una partícula β^- . Si se tiene una muestra de 30 g de ^{228}Ra cuya actividad inicial es de $3,03 \cdot 10^{14}$ Bq, determine:

- (0,5 puntos) El número de partículas β^- por segundo que emite inicialmente la muestra de ^{228}Ra .
- (1 punto) La constante de desintegración y el periodo de semidesintegración.
- (1 punto) La masa del isótopo ^{228}Ra que se habrá transformado en ^{228}Ac cuando hayan transcurrido 10 años.

Datos: Número de Avogadro, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; Masa atómica del isótopo ^{228}Ra , $M = 228 \text{ u}$.

Solución:

- La actividad es $3,03 \cdot 10^{14}$ Bq; la unidad Bq significa una desintegración del isótopo por segundo. Como en cada desintegración se emite una partícula β^- , eso significa que el número de partículas β^- emitidas inicialmente coincide con la actividad de la muestra inicial. Por tanto, el número de partículas β^- emitidas por segundo es $3,03 \cdot 10^{14}$.
- La actividad de la muestra es $A = \lambda N$, donde N es el número total de isótopos presentes en la muestra. Luego:

$$A = \lambda N = \lambda \frac{m N_A}{M_a} \Rightarrow \lambda = \frac{M_a A}{m N_A}$$

Luego:

$$\lambda = \frac{228 \cdot 3,03 \cdot 10^{14}}{30 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 3,83 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

El periodo de semidesintegración puede obtenerse a partir de la constante de desintegración, pues:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \Rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{3,83 \cdot 10^{-9}} = 1,81 \cdot 10^8 \text{ s}$$

Luego, la constante de desintegración es $\lambda = 3,83 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$ y el periodo de semidesintegración es $T_{1/2} = 1,81 \cdot 10^8 \text{ s}$

- Para obtener la masa que se ha transformado tras 10 años tenemos en cuenta la ley de desintegración:

$$m(t = 10 \text{ años}) = m_0 e^{(-\lambda t)} = 30 e^{(-3,83 \cdot 10^{-9} \cdot 10 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600)} = 8,98 \text{ g}$$

Esta es la masa que queda tras 10 años. Por tanto, la masa que se ha transformado en 10 años es:

$$m_{trans} = m_0 - m = 30 - 8,97 = 21,02 \text{ g}$$

Luego, a los 10 años se han transformado 21,02 g