

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.

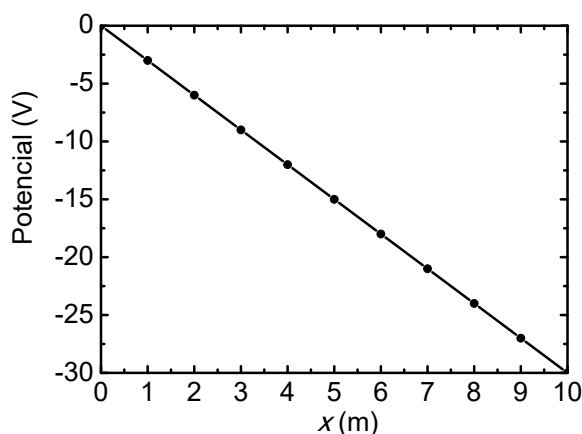
Bloque Campo electromagnético (Esta pregunta no tiene opcionalidad)

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:

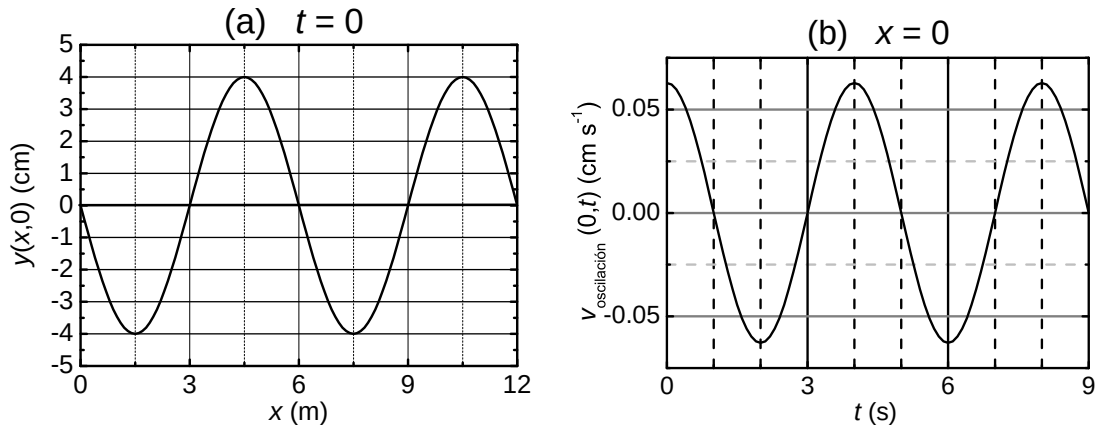
- (1,5 puntos) El punto del eje x entre ambas masas en el que el campo gravitatorio creado por las dos masas es nulo.
- (1 punto) El campo gravitatorio total debido a ambas masas en el punto (0, 2) m.

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

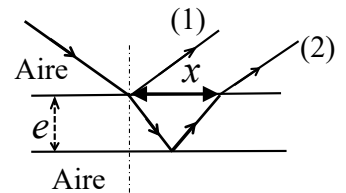
Bloque Vibraciones y Ondas (Elija una entre las preguntas 3.A. y 3.B.)

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).

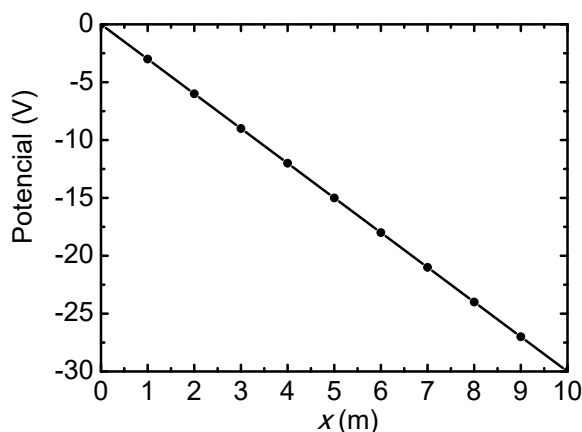
SOLUCIONES - FÍSICA
(Documento de trabajo orientativo)

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

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 $6,62 \cdot 10^6 \text{ m}$ y su velocidad es $7,75 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$

- 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 $1,1 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}$

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:

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

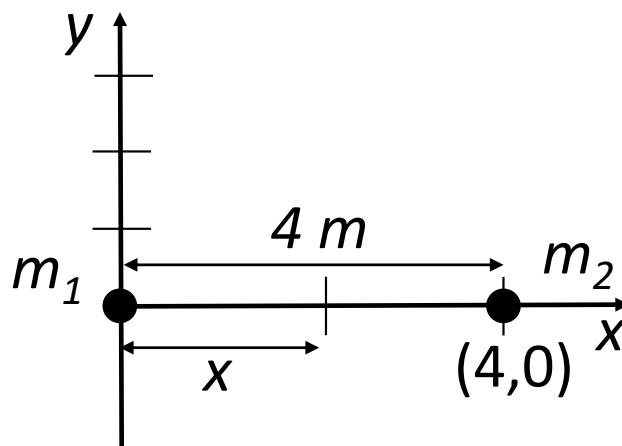
Despejando:

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

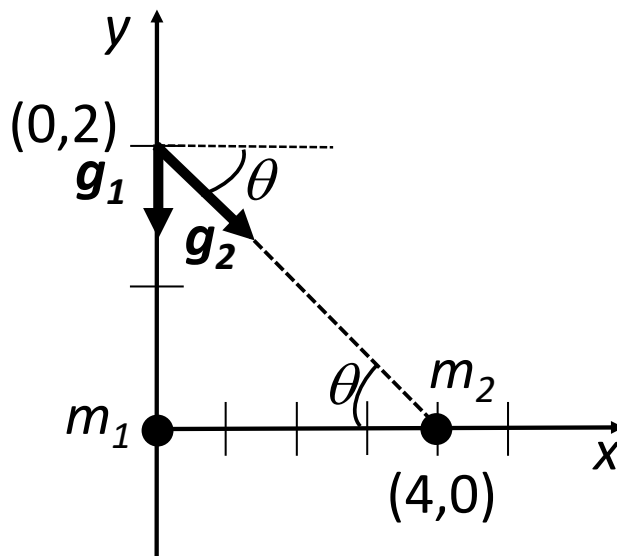
Sustituyendo los valores:

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

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:

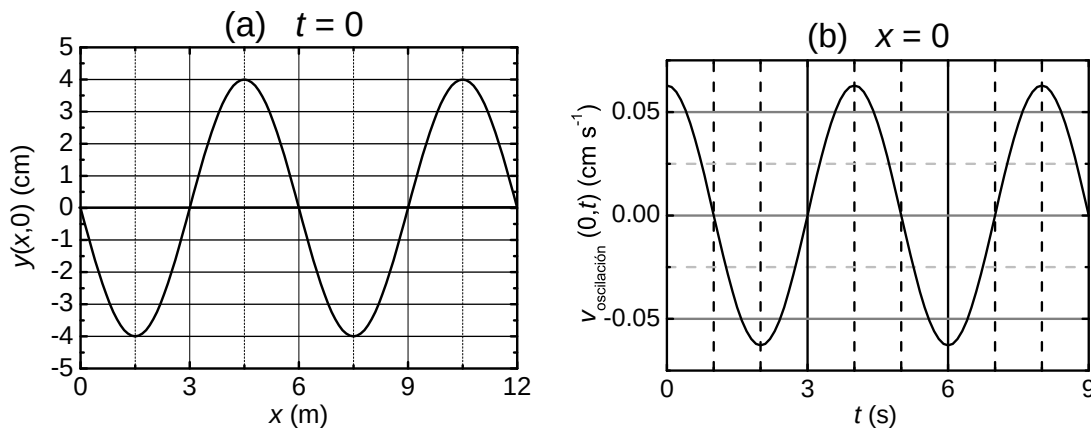
$$\vec{g}(0, 2) = \vec{g}_1(0, 2) + \vec{g}_2(0, 2) = -3,34 \cdot 10^{-11} \vec{j} + 1,19 \cdot 10^{-11} \vec{i} - 0,60 \cdot 10^{-11} \vec{j} = (1,19 \vec{i} - 3,94 \vec{j}) \cdot 10^{-11}$$

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

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:

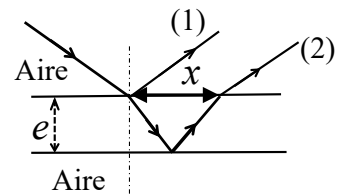
$$v_{max} = A\omega = \frac{2\pi A}{T} = \frac{2\pi \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{4} = 6,28 \cdot 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

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).

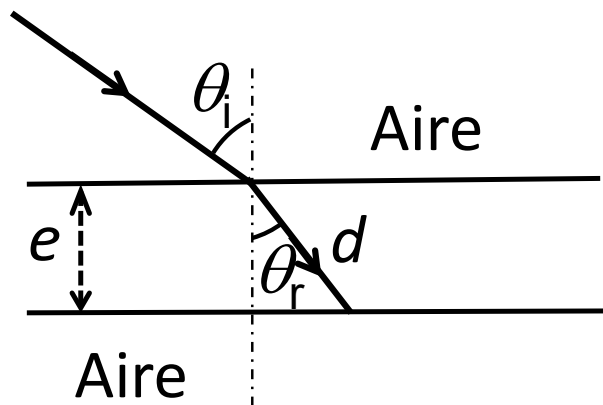
Datos: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; Índice de refracción del aire, $n = 1$.

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:

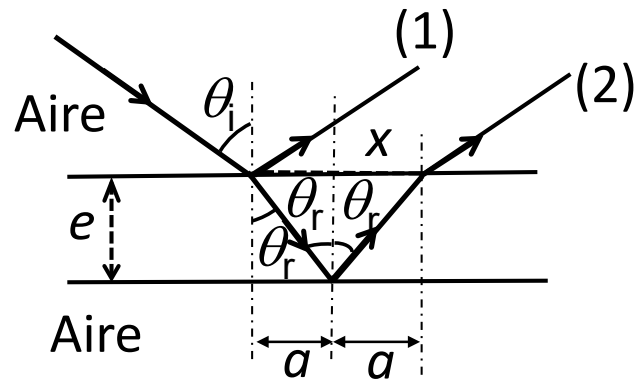
$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = 1,76 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

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