EXAMEN PCE FÍSICA SEPTIEMBRE 2023

Tipo test

- Esta parte consta de 15 preguntas con 3 opciones de las cuales tenéis que contestar 10, si contestáis más de 10, solo contarán las 10 primeras
- Cada acierto contará +0.5 puntos, cada error −0.15 puntos y cada pregunta en blanco no suma ni resta

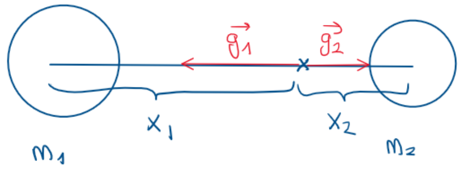
---

1.- Dos cuerpos, A y B, tienen masas diferentes, es decir $m_A \neq m_B$, y se encuentran separadas a cierta distancia. ¿Qué podemos decir del campo gravitatorio resultante g en el segmento que va de la masa A a la B?

a) Es nulo en un punto diferente del punto medio entre ambas masas

b) Es nulo en el punto medio entre ambas masas

c) No se anula en ningún punto del segmento que va del cuerpo A al cuerpo B



$$\left.\begin{array}{l} g_1 = \dfrac{GM_1}{x_1^2} \\ g_2 = \dfrac{GM_2}{x_2^2} \end{array}\right\} g_1 = g_2$$

$$\frac{\cancel{G}M_1}{x_1^2} = \frac{\cancel{G}M_2}{x_2^2} \longrightarrow \sqrt{\frac{M_1}{x_1^2}} = \sqrt{\frac{M_2}{x_2^2}} \longrightarrow \frac{\sqrt{M_1}}{x_1} = \frac{\sqrt{M_2}}{x_2}$$

$$\frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{M_2}} = \frac{x_1}{x_2} \longrightarrow \text{Si } M_1 \neq M_2 \Rightarrow x_1 \neq x_2$$

(No se anula en el centro)

2.- Dos planetas, A y B, tienen masas iguales, pero el radio del planeta A es el doble que el del planeta B. Es decir, $m_A = m_B$ y $R_A = 2R_B$. Si llamamos v_e a la velocidad de escape desde la superficie del planeta A, y v_e' a la velocidad de escape desde la superficie del planeta B. ¿cuál es la relación entre v_e y v_e'?

a) $v_e/v_e' = 4$

b) $v_e/v_e' = \sqrt{2}$

c) $v_e/v_e' = 2$

La solución no está entre las opciones

Velocidad de escape: $V_e=\sqrt{\dfrac{2GM}{r}}$

$$V_e=\sqrt{\frac{2GM_A}{R_A}}=\sqrt{\frac{2GM_B}{2R_B}}$$

$$V_e'=\sqrt{\frac{2GM_B}{R_B}}$$

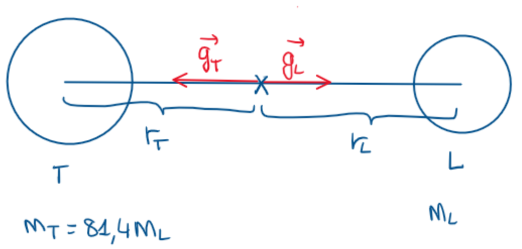
$$\frac{V_e}{V_e'}=\frac{\sqrt{\frac{\cancel{2G}\cancel{M_B}}{2\cancel{R_B}}}}{\sqrt{\frac{\cancel{2G}\cancel{M_B}}{\cancel{R_B}}}}=\frac{1}{\sqrt{2}}$$

3.- La distancia entre la Tierra y la Luna es de unos 384000 km. Supongamos que llamamos g_T a la aceleración gravitatoria de la Tierra en el punto central del segmento que une los centros de la Tierra y la Luna, y g_L a la aceleración gravitatoria de la Luna en ese mismo punto. Teniendo en cuenta que la masa de la Tierra es 81.4 veces mayor que la de la Luna, ¿cuántas veces es g_T mayor que g_L?

a) 20,35 veces mayor

b) 40,7 veces mayor

c) 81,4 veces mayor



$$g_T=\frac{GM_T}{r_T^2}=\frac{G\cdot 81,4\cdot M_L}{r_T^2}\overset{r_T=r_L}{=}\frac{G\cdot 81,4\cdot M_L}{r_L^2}$$

$$g_L=\frac{GM_L}{r_L^2}=\frac{G\cdot M_L}{r_L^2}$$

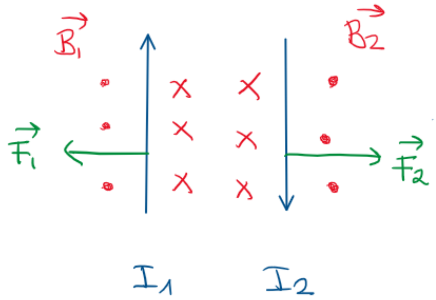
$$\frac{g_T}{g_L}=\frac{\frac{\cancel{G}\cdot 81,4\cdot \cancel{M_L}}{\cancel{r_L^2}}}{\frac{\cancel{G}\cancel{M_L}}{\cancel{r_L^2}}}=81,4\longrightarrow g_T=81,4\,g_L$$

4.- Para que la fuerza ente dos hilos conductores paralelos, rectilíneos e indefinidos, separados una determinada distancia, sea repulsiva, ¿qué condición debe cumplirse?

a) Las corrientes en los dos conductores deben circular sentidos opuestos

b) Las corrientes en los dos conductores deben circular en el mismo sentido

c) Las corrientes en los dos conductores deben circular en el mismo sentido



$$\vec{F}=I(\vec{\ell}\times\vec{B})$$

↳ Dirección y sentido por la regla de la mano derecha

5.- Si queremos llevar una carga negativa desde un punto A hasta otro B en el que hay un potencial menor que en el punto A, ¿necesitamos hacer trabajo sobre dicha carga?

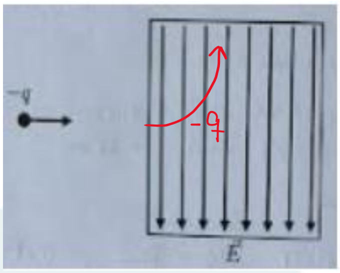
a) No, pues las cargas negativas tienden a moverse hacia regiones con menor potencial electrostático

b) No necesariamente, pues ese trabajo podría realizarlo el propio campo eléctrico que genera la diferencia de potencial

c) Sí, pues las cargas negativas tienden a moverse hacia regiones con mayor potencial electrostático

Teoría: Las cargas positivas se mueven en el mismo sentido de $\vec{E}$, es decir hacia potenciales menores.
Las cargas negativas se mueven en sentido opuesto a $\vec{E}$

6.- Una carga negativa que se está desplazando con velocidad constante y rectilínea penetra en una región del espacio en la que hay un campo eléctrico É uniforme, perpendicular a la velocidad con la que entra la partícula y dirigido hacia abajo, como se indica en la figura. Mientras la partícula esté en esta región del espacio, y suponiendo que está sólo bajo la influencia del campo eléctrico (podemos ignorar la gravedad o cualquier otro tipo de fuerza externa), ¿qué tipo de trayectoria describirá?



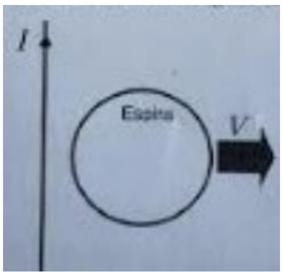
a) Una trayectoria parabólica hacia arriba

b) Una trayectoria parabólica hacia abajo

c) Por ser el campo eléctrico perpendicular a la velocidad de la partícula, ésta continuará con su trayectoria rectilínea

Como las cargas negativas se mueven en contra al campo $\vec{E}$, esta carga entrará en la región y, conforme avanza, se desplazará hacia arriba, tal como se muestra en la imagen

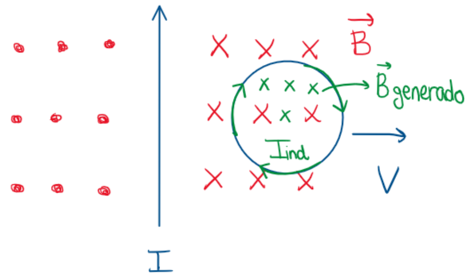
7.- Por un hilo rectilíneo e infinito circula una intensidad de corriente I hacia arriba. Cerca de dicho hilo se encuentra una espira circular que se mueve con cierta velocidad V constante alejándose perpendicularmente del hilo, tal y como se indica en la figura. ¿Qué se puede decir sobre la corriente inducida en la espira cuando se observa desde el punto de vista mostrado en la figura?



a) Que circula por la espira en sentido antihorario

b) Que circula por la espira en sentido horario

c) Que no se inducirá ninguna corriente en la espira



- Si la espira se aleja, el $\vec{B}$ en su interior disminuye.

$\phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha \longrightarrow$ Si $\vec{B}\downarrow$ el $\phi\downarrow$

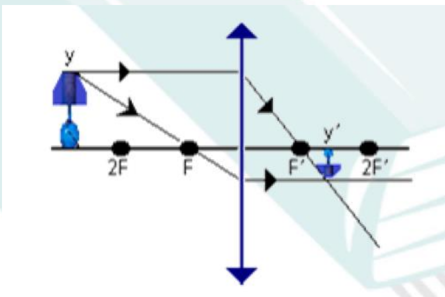
Según la ley de Faraday-Lenz, se genera una corriente inducida que compense esa pérdida de flujo, que en este caso sería aumentando $\vec{B}$ en el mismo sentido (hacia dentro)

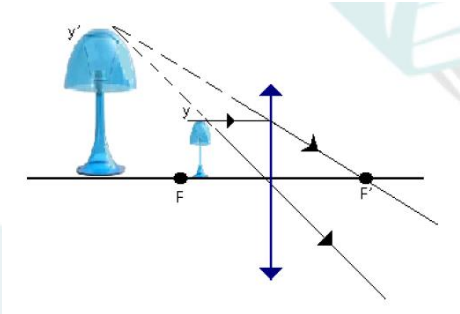
8.- ¿Cómo es la imagen de un objeto real que forma una lente delgada convergente?

a) Es siempre invertida

b) Puede ser derecha o invertida dependiendo de la posición del objeto frente a la lente

c) Es siempre derecha





9.- En un instante t, dos ondas bidimensionales A y B se encuentran a la misma distancia de su foco emisor. Ambas ondas tienen la misma frecuencia y se transmiten por el mismo medio. En dicho instante t, la onda A tiene una energía que es el doble de la energía que tiene la onda B. Se cumple que:

a) La amplitud A es el doble de la amplitud de la onda B

b) La amplitud de la onda A es entre una y dos veces mayor que la amplitud de la onda B

c) La amplitud de la onda A es el cuádruple de la amplitud de la onda B

Sabemos que $I \propto A^2$ y que $I = \frac{P}{S} = \frac{Et}{S} \longrightarrow E \propto I \propto A^2$

Por tanto: $\left.\begin{array}{l} E_1 \propto A_1^2 \\ E_2 \propto A_2^2 \end{array}\right\} E_1 = 2E_2 \longrightarrow \left.\begin{array}{l} E_1 = 2E_2 = A_1^2 \\ E_2 = A_2^2 \end{array}\right\} \frac{2\cancel{E_2}}{\cancel{E_2}} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 \longrightarrow \frac{A_1}{A_2} = \sqrt{2}$

$A_1 = \sqrt{2} A_2$

10.- La ecuación de una onda armónica transversal viene dada por $y(x, t) = 0{,}1 \cos(3i\pi x + 27\pi t + 7\pi/2)$ donde todas las variables están expresadas en unidades del S.I. Señale cuál de las siguientes afirmaciones es correcta.

a) En el momento inicial, la altura de la onda en la posición x = 0 es de –0,1 m

b) En el momento inicial, la altura de la onda en la posición x = 0 es nula

c) En el momento inicial, la altura de la onda en la posición x = 0 es de 0,1 m

$$y(0,0) = 0{,}1 \cdot \cos(3i\pi \cdot 0 + 27\pi \cdot 0 + 7\pi/2)$$

$$y(0,0) = 0{,}1 \cdot \cos\left(7\pi/2\right) = 0{,}1 \cdot 0 = 0\,m$$

11.- Un foco emite una onda acústica (esférica) de una determinada frecuencia. Se mide la intensidad de la onda a una distancia de 4 m del foco, obteniéndose un valor de 16 W/m². Ignorando los fenómenos de absorción, ¿a qué distancia del foco debemos medir la intensidad para obtener una intensidad de la onda de 1 W/m²?

a) 16 m

b) 32 m

c) 64 m

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \longrightarrow r_2 = \sqrt{\frac{r_1^2 I_1}{I_2}} = \sqrt{\frac{4^2 \cdot 16}{1}} = 16\,m$$

12.- La segunda línea de la Serie de Lyman (espectro atómico del hidrógeno) tiene una longitud de onda de 102,5 nm. ¿Cuál es la frecuencia de esta línea?

(Datos: Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

a) $5{,}11 \cdot 10^{15}$ Hz

b) $3{,}87 \cdot 10^{14}$ Hz

c) $2{,}93 \cdot 10^{15}$ Hz

$$c = \lambda \cdot \nu \rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{102{,}5 \cdot 10^{-9}} = 2{,}93 \cdot 10^{15}\ Hz$$

13.- Sabiendo que la primera línea de la serie de Balmer (espectro atómico del hidrógeno) tiene una longitud de onda de 656,3 nm, ¿cuál es la energía de un fotón de esta línea en eV?

(Datos: Velocidad de la luz en el vacío: c = $3·10^8$ m/s. Constante de Planck: h = $6,63·10^{-34}$ Js

a) 3,3 eV

b) 1,89 eV

c) 2,43 eV

$1\,eV = 1,6·10^{-19}\,J$

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = 6,63·10^{-34}·\frac{3·10^8}{656,3·10^{-9}} = 3,03·10^{-19}\,J = 1,89\,eV$$

14.- La energía relativista total de una partícula es el doble que su energía en reposo. ¿Con qué velocidad se está moviendo, si c es la velocidad de la luz en el vacío?

a) 0,71c

b) 0,87c

c) 0,56c

$$E = mc^2 = 2E_0 \begin{cases} E_0 = m_0c^2 \\ E = \gamma \cancel{m_0}\cancel{c^2} = 2E_0 = 2\cancel{m_0}\cancel{c^2} \end{cases}$$

$$\gamma = 2 \longrightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = 2$$

$$\sqrt{1-\beta^2} = 1/2 \longrightarrow 1-\beta^2 = 1/4 \longrightarrow \beta = 0,866 = \frac{v}{c} \longrightarrow v = 0,87c$$

15.- Tenemos una muestra de material radiactivo con una constante de desintegración λ = 0,18 días^{-1}. ¿Cuál es su período de semidesintegración?

a) 3,85 días

b) 5,55 días

c) 11,11 días

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0,18} = 3,85 \text{ días}$$

Problemas

- Esta parte consta de 4 problemas donde hay que elegir 2 de ellos
- Cada problema puntúa 2.5 puntos

1.- Considere un sistema formado por dos cuerpos, cada uno de ellos con masa M, fijos en los puntos (0, 0) y (L, 0), respectivamente. Considere también que el sistema no tiene ninguna otra influencia gravitatoria. Teniendo en cuenta los datos que se dan al final del problema, conteste a los siguientes apartados:

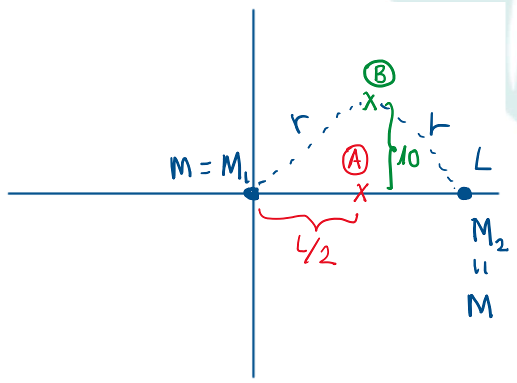
a) Calcule el potencial gravitatorio (entendido como una energía potencial por unidad de masa) en los puntos (L/2,0) y (L/2, 10)

b) Consideremos ahora un cuerpo de masa m que se encuentra en la posición (L/2, 0). A dicho cuerpo se le da, desde esta posición, una velocidad inicial $\vec{v} = v\vec{j}$, donde $\vec{j}$ es el vector unitario en el sentido positivo del eje y. Utilizando el principio de conservación de la energía, calcule el valor mínimo de v para que el cuerpo de masa m escape de la atracción gravitatoria del sistema formado por los cuerpos de masa M.

c) Sabiendo que, con la velocidad inicial dada en el apartado anterior, el cuerpo de masa m va a seguir una trayectoria rectilínea en la dirección de j, determinar a qué velocidad pasará por el punto (L/2,10)

(Datos: M = 1000 kg. L = 3 m. Constante de gravitación universal: $G = 6{,}67\cdot10^{-11}\ N\cdot m^2\cdot Kg^{-2}$)

a)



• En el punto 1 (L/2, 0)

$$V_1 = -\frac{GM_1}{r_1} = -\frac{GM}{L/2}$$

$$V_2 = -\frac{GM_2}{r_2} = -\frac{GM}{L/2}$$

Principio de superposición

$$V_A = V_1 + V_2 = -\frac{2GM}{L/2}$$

$$\boxed{V_A = \frac{-4GM}{L} = \frac{-4\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 1000}{3} = -8{,}9\cdot 10^{-8}\ V}$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + 10^2} = \sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2 + 10^2} = 10{,}1\ m$$

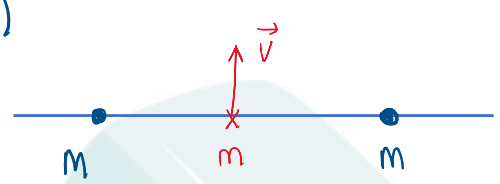
• En el punto 2 $(L/2, 10)$

$$V_1 = \frac{-GM_1}{r} = \frac{-GM}{10,1} = \frac{-6,67\cdot 10^{-11}\cdot 1000}{10,1} = -6,6\cdot 10^{-9}\ V$$

$$V_2 = \frac{-GM_2}{r} = \frac{-GM}{10,1} = \frac{-6,67\cdot 10^{-11}\cdot 1000}{10,1} = -6,6\cdot 10^{-9}\ V$$

$$\boxed{V_B = V_1 + V_2 = -13,2\cdot 10^{-9}\ V}$$

b)



$E_p = mV$

Por conservación de energía $E_i = E_f$

Si queremos que escape de la atracción gravitatoria $E_f = 0$

En el instante inicial: $E_i = E_{p_i} + E_{c_i}$

Este punto coincide con el punto A del apartado anterior, por tanto $V_A = \frac{-4GM}{3} \rightarrow E_{p_i} = \frac{-4GMm}{3}$

$$E_i = \frac{-4GMm}{3} + \frac{1}{2}mv^2$$

Aplicando la conservación de la energía: $-\frac{4GM\cancel{m}}{3} + \frac{1}{2}\cancel{m}v^2 = 0$

$$\cancel{+}\frac{4GM}{3} = \cancel{+}\frac{1}{2}v^2 \longrightarrow v = \sqrt{\frac{8GM}{3}} = \sqrt{\frac{8\cdot 6,67\cdot 10^{-11}\cdot 1000}{3}}$$

$$\boxed{v = 4,22\cdot 10^{-4}\ m/s}$$

c)

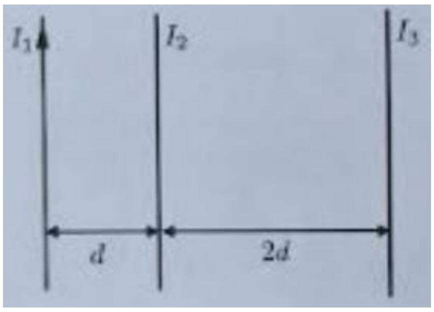
Siguiendo el principio de conservación de la energía, en el punto B $(L/2, 10)$ la energía también será 0, por tanto: $E_p + E_c = 0$

$$E_p = m\cdot V_B = m\cdot(-13,2\cdot 10^{-9})$$

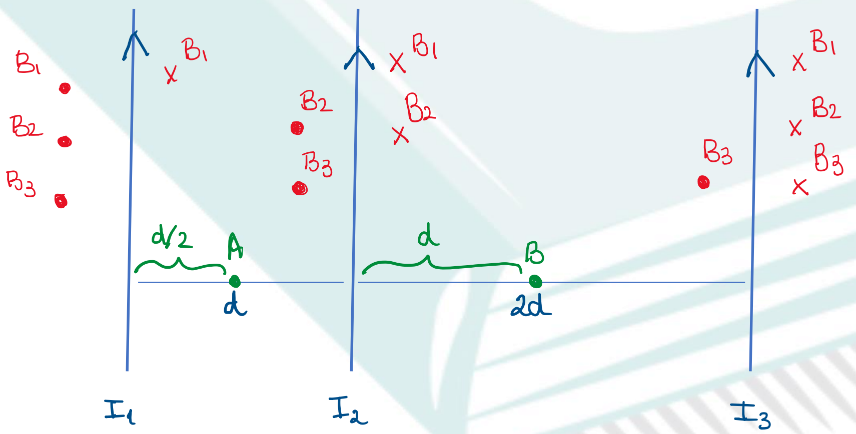
$$-13,2\cdot 10^{-9}\cdot\cancel{m} + \frac{1}{2}\cancel{m}v^2 = 0 \longrightarrow \boxed{v = \sqrt{2\cdot 13,2\cdot 10^{-9}} = 1,62\cdot 10^{-4}\ m/s}$$

ACADEMIA La llibreta
www.academialallibreta.es
Gran vía Fernando el Católico 23
46008 Valencia

2.- Tres hilos conductores rectilíneos e indefinidos por los que circulan las corrientes I_1, I_2, I_3 se disponen como se muestran en la figura.



Los tres hilos son paralelos. El hilo con corriente I_1 se encuentra separado del hilo con corriente I_2 por una distancia d, mientras que este último se encuentra separado del hilo con corriente I_3 por una distancia 2d. Se sabe que la corriente del primer hilo tiene un valor $I_1 = 2A$ hacia arriba, pero se desconoce el valor y el sentido de las corrientes I_1, I_2. Llamaremos A a un punto medio entre el hilo con corriente I_1 y el hilo con corriente I_2, y B a un punto medio entre el hilo con corriente I_2 y el hilo con corriente I_3. ¿Qué valores y sentidos han de tomar I_2 y I_3 para que el campo magnético resultante de los tres hilos en los puntos A y B sea nulo?



Suponemos que I_2 y I_3 van en el mismo sentido que I_1 para que $\vec{B}$ vaya en sentidos opuestos en el centro.

Sabemos que el B creado por un hilo: $B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$

En el punto A: $B(A) = -\cancel{\mu_0}\frac{I_1}{\cancel{2\pi d}/\cancel{2}} + \cancel{\mu_0}\frac{I_2}{\cancel{2\pi d}/\cancel{2}} + \cancel{\mu_0}\frac{I_3}{\cancel{2\pi}\cdot 5\cancel{d}/\cancel{2}} = 0 \rightarrow \boxed{-I_1 + I_2 + \frac{I_3}{5} = 0}$

Queremos que sea nulo

En el punto B: $B(B) = -\cancel{\mu_0}\frac{I_1}{\cancel{2\pi}\cdot 2\cancel{d}} - \cancel{\mu_0}\frac{I_2}{\cancel{2\pi d}} + \cancel{\mu_0}\frac{I_3}{\cancel{2\pi d}} = 0 \longrightarrow \boxed{\frac{-I_1}{2} - I_2 + I_3 = 0}$

Como $I_1 = 2A \Rightarrow \begin{cases} -2 + I_2 + \frac{I_3}{5} = 0 \\ -\frac{2}{2} - I_2 + I_3 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5I_2 + I_3 = 10 \\ -I_2 + I_3 = 1 \end{cases}$

$$6I_2 = 9 \rightarrow \boxed{I_2 = 9/6 = 1{,}5A}$$

$$-1{,}5 + I_3 = 1 \rightarrow \boxed{I_3 = 2{,}5A}$$

3.- Una onda se propaga por una cuerda que se extiende a lo largo del eje x. La amplitud de la onda es de 0.5 cm, y oscila con una frecuencia de 50 Hz y una longitud de onda de 50 cm en el sentido negativo del eje x. Responda a los siguientes puntos razonadamente:

a) Determine la frecuencia angular ω, el número de onda k y la velocidad de propagación y de la onda

b) Sabemos que en el instante t = 0 s, la elongación de la onda se anula en la posición x = 0,125 m. Encuentre la fase inicial y escriba una ecuación de onda compatible con todos los datos que se han deducido hasta ahora

c) Determine la diferencia de altura entre los puntos x = 0,1 m y x = 0,3 m cuando t = 1 s

$A = 0{,}5\,cm = 0{,}005\,m \qquad f = 50\,Hz \qquad \lambda = 50\,cm = 0{,}5\,m$

a)

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 100\pi\ rad/s \longrightarrow$ Frecuencia angular: $\boxed{\omega = 100\pi\ rad/s}$

$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0{,}5} = 4\pi\ m^{-1} \longrightarrow$ Número de onda: $\boxed{k = 4\pi\ m^{-1}}$

$v_p = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f = 0{,}5 \cdot 50 = 25\,m/s \longrightarrow$ Velocidad de propagación: $\boxed{v_p = 25\,m/s}$

b)

Se propaga en el sentido negativo

$y(x,t) = A \cdot sen(\omega t + kx + \varphi_0)$ donde $y(0.125, 0) = 0$

Para calcular φ_0 usamos los datos en el instante inicial:

$y(0.125, 0) = A \cdot sen(\cancel{\omega \cdot 0} + k \cdot 0{,}125 + \varphi_0) = 0$

$0{,}005 \cdot sen(4\pi \cdot 0{,}125 + \varphi_0) = 0 \longrightarrow sen(0{,}5\pi + \varphi_0) = 0$ (el sen se anula en 0 y en π)

$0{,}5\pi + \varphi_0 = \pi \longrightarrow \boxed{\varphi_0 = \pi/2}$

Con todos esos datos: $\boxed{y(x,t) = 0{,}05 \cdot \text{sen}\left(100\pi t + 4\pi x + \pi/2\right)}$

c)

En $\left.\begin{array}{l} x = 0{,}1\ m \\ t = 1s \end{array}\right\}$ $y(0.1, 1) = 0{,}005 \cdot \text{sen}\left(100\pi \cdot 1 + 4\pi \cdot 0{,}1 + \pi/2\right) = 0{,}00155\ m$

En $\left.\begin{array}{l} x = 0{,}3\ m \\ t = 1s \end{array}\right\}$ $y(0.3, 1) = 0{,}005 \cdot \text{sen}\left(100\pi \cdot 1 + 4\pi \cdot 0{,}3 + \pi/2\right) = -0{,}004\ m$

$|\Delta y| = |-0{,}004 - 0{,}00155| = \boxed{0{,}00555\ m}$ es la diferencia entre los 2 pulsos

4.- Tenemos una muestra de radón-222 de, inicialmente, 1 g. Sabemos que la vida media de este isótopo es τ = 2,65 días. Se pide:

a) Describa la diferencia entre vida media (generalmente representada por el símbolo τ) y período de semidesintegración (generalmente representado como $T_{1/2}$)

b) Al cabo de 15 días, ¿qué masa de radón-222 quedará en la muestra?

c) Calcule el tiempo que ha de transcurrir para que queden 10 mg de radón-222 en la muestra

$m = 1g$ $\quad\quad$ $\tau = 2{,}65$ días

a)

La vida media, τ, representa el tiempo medio que tarda una partícula en desintegrarse. Mientras que el periodo de semidesintegración, $T_{1/2}$, representa el tiempo que tarda la actividad de la muestra en reducirse a la mitad.

Relacionando ambos con la constante de desintegración:

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \qquad\qquad T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

b)

La masa sigue la ley de desintegración: $m(t) = m(0) \cdot e^{-\lambda t}$

Como $\tau = 1/\lambda \rightarrow \lambda = 1/\tau \Rightarrow m(t) = m(0) \cdot e^{-t/\tau}$

En un tiempo de $t = 15$ días con $m(0) = 1g$: $m(t) = 1 \cdot e^{-15/2,65}$

$$\boxed{m(t) = 0{,}0035\,g = 3{,}5\,mg}$$

c)

Siguiendo la ecuación del apartado anterior:

$$m(t) = 1 \cdot e^{-t/2,65} = 0{,}01 \longrightarrow e^{-t/2,65} = 0{,}01$$

$$\frac{-t}{2{,}65} = \ln(0{,}01) \longrightarrow t = -2{,}65 \cdot \ln(0{,}01) \rightarrow \boxed{t = 12{,}2 \text{ días}}$$