UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOE – SEPTIEMBRE 2015

FÍSICA

INDICACIONES

Elegir una de las dos opciones. No deben resolverse cuestiones de opciones diferentes.

CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0\ 10^8$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9.0\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1

1. Un cuerpo de masa 10^7 kg se encuentra fijado en el punto (-200, 0) de un cierto sistema de referencia y otro cuerpo de masa 4.0 10^7 kg se encuentra fijado en el punto (400, 0). Todas las distancias se dan en metros.

a) [1 PUNTO] Calcular y dibujar el vector campo gravitatorio producido por estas dos masas en el punto (0,0).

b) [0,5 PUNTOS] Hallar el potencial gravitatorio debido a estas dos masas en el punto (0,0).

c) [0,5 PUNTOS] Describir brevemente el `principio de superposición' para las fuerzas gravitatorias.

2. Un sistema elástico, constituido por un cuerpo de masa 100 g unido a un muelle (sin masa), realiza un movimiento armónico simple con un periodo de 3.5 s. La energía total del sistema es de 10 J.

a) [1 PUNTO] Obtener la constante elástica del muelle.

b) [1 PUNTO] Obtener la velocidad máxima que alcanza el cuerpo a lo largo de su oscilación.

3. Se dispone de una lente convergente delgada de distancia focal 90 cm. Calcúlese, dibujando previamente un trazado de rayos cualitativo,

a) [1 PUNTO] la posición y altura de la imagen formada por la lente si el objeto tiene una altura de 10 cm y se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 45 cm, y

b) [0,5 PUNTOS] la naturaleza (real o virtual) de la imagen formada.

c) [0,5 PUNTOS] Describir el defecto visual de `la hipermetropía' y explicar cómo se corrige.

4. Una espira circular de sección 100 cm^2 se encuentra situada en un campo magnético uniforme de módulo dado por B = 1.5 T.

a) [1 PUNTO] Si la espira gira alrededor de su diámetro con una frecuencia de 15 Hz, determínese la fuerza electromotriz máxima inducida en la espira.

b) [1 PUNTO] Si la espira está inmóvil, con su círculo perpendicular al campo, y el campo magnético disminuye de forma uniforme, hasta hacerse nulo, en 0.5 s, determínese la fuerza electromotriz inducida en la espira en ese intervalo de tiempo.

5. Una onda electromagnética de longitud de onda 70 nm incide sobre la superficie de un metal cuya función de trabajo es de 7.31 eV.

a) [1 PUNTO] Calcular si se van a emitir electrones del metal y, en su caso, hallar la velocidad máxima de los electrones emitidos.

b) [1 PUNTO] Si la longitud de onda de la onda que incide sobre el metal se multiplica por 2, ¿cuál es, en su caso, la velocidad máxima de los electrones emitidos?

Datos: 1 eV = 1.6 10^{-19} J. 1 nm = 10^{-9} m.

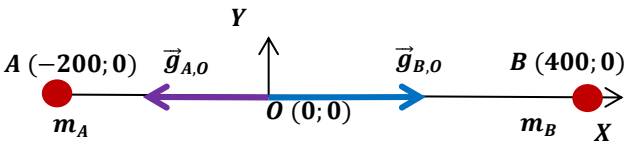
FÍSICA SEPTIEMBRE 2015 OPCIÓN 1

CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0\ 10^8$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9.0\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo

1.- Un cuerpo de masa 10^7 kg se encuentra fijado en el punto (-200, 0) de un cierto sistema de referencia y otro cuerpo de masa $4{,}0.10^7$ kg se encuentra fijado en el punto (400, 0). Todas las distancias se dan en metros.

a) **(1 p)** Calcular y dibujar el vector campo gravitatorio producido por estas dos masas en el punto (0,0).



$$r_{AO} = 200\ m$$

$$r_{BO} = 400\ m$$

$$\vec{g}_O = \vec{g}_{A,O} + \vec{g}_{B,O}$$

Los campos gravitatorios creados por ambas masas solo tienen componente horizontal y son de sentidos contrarios.

$$\vec{g}_O = \vec{g}_{A,O} + \vec{g}_{B,O} = G\cdot\left(-\frac{m_A}{(r_{AO})^2}\cdot\vec{\imath} + \frac{m_B}{(r_{BO})^2}\cdot\vec{\imath}\right) = 6{,}7.10^{-11}\cdot\left(-\frac{10^7}{(200)^2}\cdot\vec{\imath} + \frac{4.10^7}{(400)^2}\cdot\vec{\imath}\right) = 0\ \vec{\imath}\ N/kg$$

El campo gravitatorio en el punto O es nulo debido a que ambas masas crean campos en sentidos contrarios y la masa B, cuádruple de la masa A, se encuentra al doble de distancia, por lo que ambos campos individuales son iguales pero de senido contrario

b) **(0,5 p)** Hallar el potencial gravitatorio debido a estas dos masas en el punto (0,0).

$$V_O = V_{A,O} + V_{B,O} = -G\left(\frac{m_A}{r_{AO}} + \frac{m_B}{r_{BO}}\right) = -6{,}67.10^{-11}\cdot\left(\frac{10^7}{200} + \frac{4.10^7}{400}\right) = -1{,}0005.10^{-5}\ J/kg$$

c) **(0,5 p)** Describir brevemente el "principio de superposición" para las fuerzas gravitatorias.

Aplicado al campo gravitatorio, el principio de superposición dice que la fuerza gravitatoria sobre una masa M debido a un sistema de masas puntuales, es igual a la suma de las fuerzas gravitatorias debidas a cada una de las masas m_i del sistema. Además, el campo creado en dicho punto por cada masa m_i es el mismo que si las demás masas del sistema no existieran:

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^{i=n}\vec{F_i}$$

2.- Un sistema elástico, constituido por un cuerpo de masa 100 g unido a un muelle (sin masa), realiza un movimiento armónico simple con un periodo de 3.5 s. La energía total del sistema es de 10 J.

a) **(1 p)** Obtener la constante elástica del muelle.

Del análisis de la dinámica del m.a.s. tenemos:

$$\begin{cases} F = -K\cdot x \\ F = m\cdot a = -m\cdot\omega^2\cdot x \end{cases} \Rightarrow K = m\cdot\omega^2 = m\cdot\frac{4\pi^2}{T^2} = 0{,}1\cdot\frac{4\pi^2}{(3{,}5)^2} = 0{,}32\ N/m$$

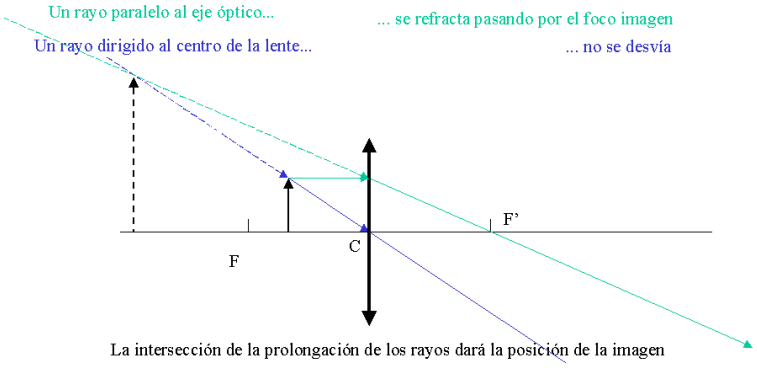
b) **(1 p)** Obtener la velocidad máxima que alcanza el cuerpo a lo largo de su oscilación.

En un m.a.s. la energía mecánica es constante a lo largo de todo el movimiento, produciéndose a lo largo de la oscilación un constante intercambio de energía cinética en energía potencial elástica. De modo que cuando toda la energía mecánica del sistema es cinética, el móvil alcanza su velocidad máxima.

$$E_{c,máx} = E_m \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{máx}^2 = E_m \Rightarrow v_{máx} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_m}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{0,1}} = 14,14 \ m/s$$

3.- Se dispone de una lente convergente delgada de distancia focal 90 cm. Calcúlese, dibujando previamente un trazado de rayos cualitativo,

a) **(1 p)** la posición y altura de la imagen formada por la lente si el objeto tiene una altura de 10 cm y se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 45 cm.



La intersección de la prolongación de los rayos dará la posición de la imagen

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-45} = \frac{1}{90} \Rightarrow s' = -90 \ cm$$

Para una lente delgada, el aumento lateral es:

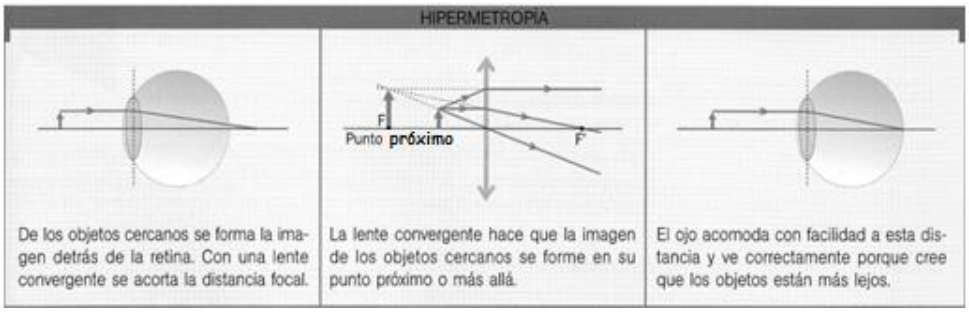
$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow y' = y \cdot \left(\frac{s'}{s}\right) = 10 \cdot \left(\frac{-90}{-45}\right) = 20 \ cm$$

Al estar situado el objeto entre el foco objeto y la lente convergente, esta actúa como lupa.

b) **(0,5 p)** La naturaleza (real o virtual) de la imagen formada.

La imagen es virtual ya que se forma por la intersección de la prolongación de los rayos refractados por la lente.

c) **(0,5 p)** Describir el defecto visual de `la hipermetropía' y explicar cómo se corrige.



Es un defecto visual por el que los rayos de luz procedentes de un objeto próximo al ojo son enfocados por el cristalino en un punto situado detrás de la retina, debido a que el ojo es más corto de lo normal o la córnea es demasiado plana. Por consiguiente, los hipermétropes ven borrosos los objetos próximos y ven bien a larga distancia, ya que los ojos de las personas hipermétropes alejan el punto próximo. La hipermetropía se corrige con lentes convergentes, de

modo que forman la imagen de los objetos muy cercanos en el punto próximo del individuo (la lente actúa como lupa) y ahora el ojo es capaz de formar la imagen sobre la retina.

4.- Una espira circular de sección 100 cm^2 se encuentra situada en un campo magnético uniforme de módulo dado por B = 1.5 T.

a) **(1 p)** Si la espira gira alrededor de su diámetro con una frecuencia de 15 Hz, determínese la fuerza electromotriz máxima inducida en la espira.

Por definición el flujo magnético que atraviesa una superficie es:

$$\phi = \vec{B} \,.\, \vec{S} = B \,.\, S \,.\cos\theta$$

Siendo θ el ángulo formado entre los vectores intensidad de campo magnético y superficie. Como la espira está girando con movimiento circular uniforme, este ángulo va variando a lo largo del tiempo de acuerdo a:

$$\theta = \theta_0 + \omega \,.\, t = 0 + 2\pi \,.f \,.\, t = 30\pi \,.\, t \quad (rad/s)$$

Por lo que el flujo que atraviesa la espira será:

$$\phi = \vec{B} \,.\, \vec{S} = B \,.\, S \,.\cos\theta = 1,5 \,.\, 10^{-2} \,.\, cos\,(30\pi \,.\, t) = 1,5.10^{-2} \,.\, cos\,(30\pi \,.\, t) \;\; (Wb)$$

Para calcular la f.e.m. inducida aplicamos la ley de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon_{ind} = -N \,.\, \frac{d\phi}{dt} = -N \,.\frac{d\left(1,5.10^{-2} \,.\, cos\,(30\pi \,.\, t)\right)}{dt} = -1\,(1,5.10^{-2} \,.30\pi \,.-sen\;(30\pi \,.\, t)$$

$$\varepsilon_{ind} = 0,45\pi \,.\, sen\,(30\pi \,.\, t)\;\; (V)$$

La fuerza electromotriz máxima inducida se consigue cuando $sen\,(30\pi \,.\, t) = \pm 1$

$$(\varepsilon_{ind})_{máx} = \pm 0,45\pi \;\; V = \pm 1,41 \;\; V$$

b) **(1 p)** Si la espira está inmóvil, con su círculo perpendicular al campo, y el campo magnético disminuye de forma uniforme, hasta hacerse nulo, en 0.5 s, determínese la fuerza electromotriz inducida en la espira en ese intervalo de tiempo.

Al inicio el flujo es máximo y cuando se anula el campo el flujo es nulo.

$$\varepsilon_{ind} = -N \,.\, \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -N \,.\frac{(0 - B \,.\, S \,.\, cos\,0°)}{\Delta t} = -1.\left[\frac{0 - (1,5 \,.\, 10^{-2})}{0,5}\right] = 0,03 \;\; V$$

5.- Una onda electromagnética de longitud de onda 70 nm incide sobre la superficie de un metal cuya función de trabajo es de 7.31 eV.

DATOS: 1 eV = $1,6.10^{-19}$ J. 1 nm = 10^{-9} m.

a) **(1 p)** Calcular si se van a emitir electrones del metal y, en su caso, hallar la velocidad máxima de los electrones emitidos.

Para que se produzca efecto fotoeléctrico debe cumplirse que: $E_{fotón\ incidente} > W_{ext}$

Si calculamos la energía del fotón incidente:

$$E_{fotón\ incidente} = h \,.\, f = h \,.\, \frac{c}{\lambda} = 6,63.10^{-34} \,.\, \frac{3.10^8}{7.10^{-8}} = 2,84.10^{-18}\; J = 17,76\; eV$$

Como la energía del fotón incidente es mayor que la función trabajo (trabajo de extracción) sí se produce efecto fotoeléctrico.

Si aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón\ inc.} = W_0 + (E_C)_{electrón\ emitido} \Rightarrow E_C = E_{fotón\ inc.} - W_0$$

$$E_C = 17,76 - 7,31 = 10,45\ eV = 1,672.10^{-18}\ J$$

$$E_c = \frac{1}{2}.\ m_e.\ v_e^2 \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2.\ E_c}{m_e}} = \sqrt{\frac{2.\ 1,672.10^{-18}}{9,1.10^{-31}}} = 1,92.10^6\ m/s$$

b) **(1 p)** Si la longitud de onda de la onda que incide sobre el metal se multiplica por 2, ¿cuál es, en su caso, la velocidad máxima de los electrones emitidos?

Ahora la energía de los fotones incidentes es:

$$E'_{fotón\ incidente} = h.\ \frac{c}{\lambda'} = h.\ \frac{c}{2\lambda} = \frac{E_{fotón\ incidente}}{2} = \frac{17,76}{2} = 8,88\ eV$$

$$E'_{fotón\ inc.} = W_0 + (E_C)_{electrón\ emitido} \Rightarrow E_C = E'_{fotón\ inc.} - W_0 = 8,88 - 7,31 = 1,57\ eV = 2,512.10^{-19}\ J$$

$$E_c = \frac{1}{2}.\ m_e.\ v_e^2 \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2.\ E_c}{m_e}} = \sqrt{\frac{2.\ 2,512.10^{-19}}{9,1.10^{-31}}} = 7,43.10^5\ m/s$$

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

1. Un satélite natural, de masa 15 000 kg, gira en una órbita circular a una altura de 450 km sobre la superficie de un cierto planeta P (cuyos datos se proporcionan debajo).

a) [1 PUNTO] Hallar el período orbital del satélite.

b) [1 PUNTO] Hallar la energía total del satélite.

Datos: Masa del planeta P: $M_p = 8.0\ 10^{25}$ kg; Radio del planeta P: $R_p = 700$ km.

2. Por una cuerda se propaga un movimiento ondulatorio caracterizado por la onda (en unidades del SI):

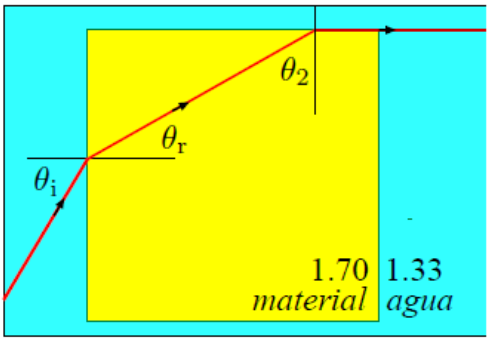
$$y\,(x,\,t) = 10\ \text{sen}\left[2\pi\left(\frac{t}{4} - \frac{x}{2}\right)\right]$$

a) [1 PUNTO] Hallar el periodo, la frecuencia, la longitud de onda y la velocidad de esta onda.

b) [0,5 PUNTOS] Hallar la distancia a la que se encuentran, en un instante dado, dos puntos de esa cuerda que tienen una diferencia de fase entre ellos de 10π radianes.

c) [0,5 PUNTOS] Explicar brevemente la diferencia entre ondas viajeras y ondas estacionarias.

3. Un cubo de un material de índice de refracción 1.70 se encuentra sumergido en agua, que tiene un índice de refracción de 1.33. Un rayo incide sobre la cara lateral izquierda del cubo con un ángulo θ_i tal que se tiene el fenómeno de la reflexión total para el rayo que llega a la cara superior del cubo, saliendo este rayo justamente horizontal a la cara superior del mismo. Ver figura que se adjunta



a) [1 PUNTO] Hallar el ángulo de incidencia θ_2 de la luz sobre la cara interna superior del cubo.

b) [1 PUNTO] Obtener el ángulo de refracción θ_r del haz de luz que penetra en el cubo por su cara lateral y el ángulo de incidencia θ_i del haz de luz que incide en la cara lateral del cubo.

4. Una carga puntual de 60 μC se sitúa en el punto (6, 0) de un sistema de referencia (todas las distancias se dan en metros). Otra carga de –60 μC se fija en el punto (–6, 0).

a) [1 PUNTO] Dibujar y calcular el vector campo eléctrico creado por ese sistema de cargas en el punto (0, 0).

b) [0,5 PUNTOS] Hallar el potencial eléctrico en el punto (0, 0).

c) [0,5 PUNTOS] Describir brevemente la acción de un campo eléctrico sobre una carga eléctrica.

Datos: 1 μC = 10^{-6} C.

5. Una roca contiene dos tipos de átomos radiactivos, A y B, de período de semidesintegración $T_{1/2}^{(A)} = 1\ 500$ días y $T_{1/2}^{(B)} = 4\ 500$ días, respectivamente. Cuando la roca se formó, su contenido en A y en B era el mismo, con $N_0 = 10^{16}$ núcleos de cada tipo de átomo.

a) [1 PUNTO] Calcular la actividad de cada tipo de átomo en el momento de formación de la roca.

b) [1 PUNTO] ¿Cuál será el número de átomos de A y el número de átomos de B todavía existentes en la roca 9 000 días después de su formación?

FÍSICA SEPTIEMBRE 2015 OPCIÓN 2

CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0\ 10^8$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9.0\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo

1.- Un satélite natural, de masa 15.000 kg, gira en una órbita circular a una altura de 450 km sobre la superficie de un cierto planeta P (cuyos datos se proporcionan debajo).

DATOS: Masa del planeta P: Mp = 8,0.10^{25} kg; Radio del planeta P: Rp = 700 km.

a) **(1 p)** Hallar el período orbital del satélite.

La fuerza gravitatoria del planeta actúa como fuerza centrípeta del movimiento del satélite.

$$R = R_p + h = 700 + 450 = 1150\ km = 1,15.10^6\ m$$

$$G\,.\,\frac{M_P\,.\,m}{R^2} = m\,.\frac{v_O^2}{R} \Rightarrow v_O = \sqrt{\frac{G\,.\,M_P}{R}} = \sqrt{\frac{6,7.10^{-11}\,.\,8.10^{25}}{1,15.10^6}} = 6,83.10^4\ m/s$$

$$T = \frac{2\pi\,.\,R}{v_0} = \frac{2\pi\,.\,1,15.10^6}{6,83.10^4} = 105,8\ s$$

b) **(1 p)** Hallar la energía total del satélite.

$$E_m = E_p + E_C = \frac{-G\,.\,M_P\,.\,m}{R} + \frac{1}{2}\,.\,m\,.\,{v_O}^2 = \frac{-G\,.\,M_P\,.\,m}{2\,.\,R}$$

$$E_m = \frac{-6,7.10^{-11}\,.\,8.10^{25}\,.\,15000}{2\,.\,1,15.10^6} = -3,5.10^{13}\ J$$

2.- Por una cuerda se propaga un movimiento ondulatorio caracterizado por la onda (en unidades del SI):

$$y\,(x,t) = 10\,.\,sen\left[2\pi\,.\,\left(\frac{t}{4} - \frac{x}{2}\right)\right]$$

a) **(1 p)** Hallar el periodo, la frecuencia, la longitud de onda y la velocidad de esta onda.

La ecuación general de una onda armónica que se desplaza en el sentido izquierda-derecha es:

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

Por identificación:

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} \Rightarrow T = 4\ s\,;\quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4}\ Hz\,;\quad \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{2} \Rightarrow \lambda = 2\ m;\quad v = \lambda\,.\,f = 2\,.\,\frac{1}{4} = 0,5\ m/s$$

b) **(0,5 p)** Hallar la distancia a la que se encuentran, en un instante dado, dos puntos de esa cuerda que tienen una diferencia de fase entre ellos de 10π radianes.

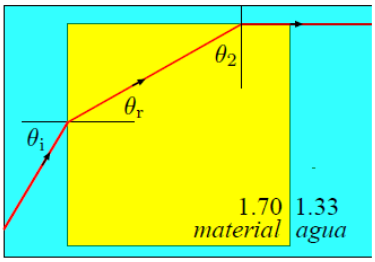
Dos puntos de la onda separados una distancia igual a la longitud de onda tienen un desfase entre sí de 2π radianes. Por lo tanto:

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{\Delta x}{\Delta\varphi} \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda\,.\,\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{2\,.\,10\pi}{2\pi} = 10\ m$$

c) **(0,5 p)** Explicar brevemente la diferencia entre ondas viajeras y ondas estacionarias.

Una onda es una perturbación que viaja a través del espacio y del tiempo, con transporte de energía. Las ondas viajan y el movimiento ondulatorio transporta energía de un punto a otro, usualmente sin desplazamiento permanente de las partículas del medio y, en muchas ocasiones, sin desplazamiento de masa. Un ejemplo serían las ondas que se generan en un lago cuando tiramos una piedra.
Una onda estacionaria se forma por la interferencia de dos ondas de la misma naturaleza con igual amplitud, longitud de onda (o frecuencia) que avanzan en sentido opuesto a través de un medio.
Las ondas estacionarias permanecen confinadas en un espacio (cuerda, tubo con aire, membrana, etc.). La amplitud de la oscilación para cada punto depende de su posición, la frecuencia es la misma para todos y coincide con la de las ondas que interfieren. Tiene puntos que no vibran (nodos), que permanecen inmóviles, estacionarios, mientras que otros (vientres o antinodos) lo hacen con una amplitud de vibración máxima, igual al doble de la de las ondas que interfieren, y con una energía máxima. El nombre de onda estacionaria proviene de la aparente inmovilidad de los nodos. La distancia que separa dos nodos o dos antinodos consecutivos es media longitud de onda.
Se puede considerar que las ondas estacionarias no son ondas de propagación sino los distintos modos de vibración de la cuerda, el tubo con aire, la membrana, etc.

3.- Un cubo de un material de índice de refracción 1,70 se encuentra sumergido en agua, que tiene un índice de refracción de 1,33. Un rayo incide sobre la cara lateral izquierda del cubo con un ángulo θ_i tal que se tiene el fenómeno de la reflexión total para el rayo que llega a la cara superior del cubo, saliendo este rayo justamente horizontal a la cara superior del mismo. Ver figura que se adjunta.



a) **(1 p)** Hallar el ángulo de incidencia θ_2 de la luz sobre la cara interna superior del cubo.

Si aplicamos la ley de Snell a la cara superior del cubo, teniendo en cuenta que se produce reflexión total:

$$n_m \,.\, sen\ \theta_2 = n_a \,.\, sen\ \hat{r} \quad \Rightarrow \quad 1{,}7 \,.\, sen\ \theta_2 = 1{,}33 \,.\, sen\, 90° \quad \Rightarrow \quad \theta_2 = 51{,}48°$$

b) **(1 p)** Obtener el ángulo de refracción θ_r del haz de luz que penetra en el cubo por su cara lateral y el ángulo de incidencia θ_i del haz de luz que incide en la cara lateral del cubo.

Para obtener el ángulo θ_r aplicamos la geometría:

$$\theta_r = 180 - 90 - \theta_2 = 180 - 90 - 51{,}48° = 38{,}52°$$

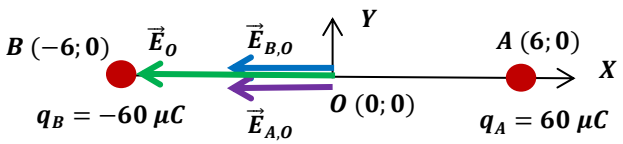
Para calcular el ángulo θ_i aplicamos la ley de Snell de la refracción:

$$n_a \,.\, sen\ \theta_i = n_m \,.\, sen\ \theta_r \quad \Rightarrow \quad 1{,}33 \,.\, sen\ \theta_i = 1{,}7 \,.\, sen\, 38{,}52° \quad \Rightarrow \quad \theta_i = 52{,}75°$$

4.- Una carga puntual de 60 μC se sitúa en el punto (6, 0) de un sistema de referencia (todas las distancias se dan en metros). Otra carga de -60 μC se fija en el punto (-6, 0).

DATOS: 1 μC = 10^{-6} C.

a) **(1 p)** Dibujar y calcular el vector campo eléctrico creado por ese sistema de cargas en el punto (0, 0).



$$r_{AO} = r_{BO} = r = 6\ m$$

El campo solo tiene componente horizontal negativa y además, los campos creados por ambas cargas son iguales ya que las dos cargas tienen el mismo valor absoluto y están a la misma distancia del punto O.

$$\vec{E}_O = \vec{E}_{A,O} + \vec{E}_{B,O} = -2 \,.\, K \,.\, \frac{|q|}{r^2} \,.\, \vec{\imath} = -2 \,.\, 9.10^9 \,.\, \frac{|60.10^{-6}|}{6^2} \,.\, \vec{\imath} = -3.10^5 \;\vec{\imath} \quad {}^{N}/_{C}$$

b) **(0,5 p)** Hallar el potencial eléctrico en el punto (0, 0).

$$V_O = V_{A,O} + V_{B,O} = \frac{K}{r} \,.\, (q_A + q_B) = \frac{9.10^9}{6} \,.\, \left(60.10^{-6} + (-60.10^{-6})\right) = 0 \;\; V$$

c) **(0,5 p)** Describir brevemente la acción de un campo eléctrico sobre una carga eléctrica.

Se define el vector campo eléctrico (o intensidad de campo eléctrico), $\vec{E}$, en cualquier punto del espacio como la fuerza eléctrica $\vec{F}$ que actúa sobre una unidad de carga de prueba positiva colocada en ese punto:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Toda carga situada dentro de un campo eléctrico es sometida a una fuerza:

$$\vec{F} = q \,.\, \vec{E}$$

De modo que si la carga es positiva la fuerza y el campo son de la misma dirección y sentido, y si a carga es negativa, la fuerza y el campo son de la misma dirección pero de sentidos contrario. Si el campo es constante, la fuerza a la que se ve sometida la carga q es constante, por lo que ésta se mueve con m.r.u.a.

5.- Una roca contiene dos tipos de átomos radiactivos, A y B, de período de semidesintegración $T_{1/2}$ (A) = 1 500 días y $T_{1/2}$ (B) = 4 500 días, respectivamente. Cuando la roca se formó, su contenido en A y en B era el mismo, con $N_0 = 10^{16}$ núcleos de cada tipo de átomo.

a) **(1 p)** Calcular la actividad de cada tipo de átomo en el momento de formación de la roca.

$$\lambda_A = \frac{\ln 2}{\left(T_{1/2}\right)_A} = \frac{\ln 2}{1500} = 4,62.10^{-4} \;\; día^{-1} = 5,35.10^{-9} \;\; s^{-1}$$

$$A_A = \lambda_A \,.\, N_0 = 5,35.10^{-9} \,.\, 10^{16} = 5,35.10^7 \; Bq$$

$$\lambda_B = \frac{\ln 2}{\left(T_{1/2}\right)_B} = \frac{\ln 2}{4500} = 1,54.10^{-4} \;\; día^{-1} = 1,78.10^{-9} \;\; s^{-1}$$

$$A_B = \lambda_B \,.\, N_0 = 1,78.10^{-9} \,.\, 10^{16} = 1,79.10^6 \; Bq$$

b) **(1 p)** ¿Cuál será el número de átomos de A y el número de átomos de B todavía existentes en la roca 9 000 días después de su formación?

$$N_A = N_0 \,.\, e^{-\lambda_A \,\cdot\, t} \;\Rightarrow\; N_A = 10^{16} \,.\, e^{-4,62.10^{-4} \,\cdot\, 9000} = 1,56.10^{14} \;\; núcleos$$

$$N_B = N_0 \,.\, e^{-\lambda_B \,\cdot\, t} \;\Rightarrow\; N_B = 10^{16} \,.\, e^{-1,54.10^{-4} \,\cdot\, 9000} = 2,5.10^{15} \;\; núcleos$$