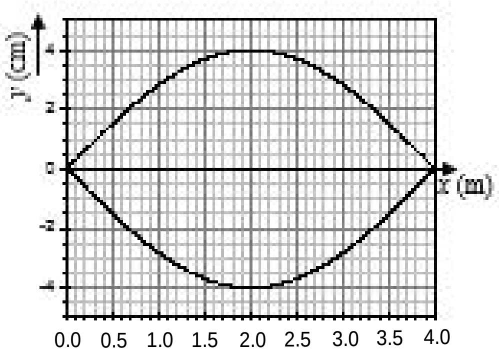
1.- En una cuerda tensa de 4 m de longitud sujeta por ambos extremos se excita el primer armónico de una onda estacionaria, el cual presenta el aspecto visual que se muestra en el esquema. La ecuación de onda es



$$y = 0.04\sin\left(\frac{\pi\, x}{4}\right)\cos(32\pi\, t)$$ **(donde *x* e *y* están en m y *t* en s)**

a) ¿Cuál es la velocidad de propagación de las ondas transversales en esta cuerda? ¿Cuánto tiempo tarda la cuerda en una oscilación completa?

b) ¿Con qué amplitud vibra la cuerda en el punto situado en la posición *x* = 1 m de la figura? ¿Cuál es la máxima velocidad de vibración de ese punto?

c) Calcular la frecuencia y longitud de onda del <u>segundo armónico</u> y escribir su ecuación, suponiendo que la amplitud se mantiene invariable.

a) De la ecuación de onda $y = 0.04\sin(k\,x)\cos(\omega\, t)$ resultan los parámetros $k = \frac{\pi}{4}\ \mathrm{rad/m}$ $\quad \omega = 32\pi\ \mathrm{rad/s}$

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{\pi/4} = 8\ \mathrm{m} \qquad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{32\pi}{2\pi} = 16\ \mathrm{Hz}$$

Velocidad de propagación $v = \lambda\ f = 8\cdot 16 = 128\ \mathrm{m/s}$

Tiempo oscilación completa → inverso de la frecuencia = periodo $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{16} = 0.0625\ \mathrm{s}$

b) Amplitud de vibración → depende de la posición. $A(x) = 0.04\sin\left(\frac{\pi\, x}{4}\right)$

Si *x* = 1 m → $A(1) = 0.04\sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.02\sqrt{2}\ \mathrm{m}$

Velocidad de vibración en *x* = 1 m $\left.\frac{dy}{dt}\right|_{x=1} = 0.04\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)\left(-32\pi\sin(32\pi\, t)\right)$

$$\left(\left.\frac{dy}{dt}\right|_{x=1}\right)_{MAX} = 0.04\cdot 32\pi\ \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.64\sqrt{2}\ \pi\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

c) Las frecuencias de los armónicos superiores son múltiplos enteros del primero de ellos (fundamental).
Para segundo armónico *n* = 2 → $f_2 = 2f = 32\ \mathrm{Hz}$ → $\omega_2 = 2\pi\ f_2 = 2\pi\cdot 32 = 64\pi\ \mathrm{rad/s}$

Misma velocidad de propagación

$$\lambda_2 = \frac{v}{f_2} = \frac{128}{32} = 4\ \mathrm{m} \qquad k_2 = \frac{2\pi}{\lambda_2} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}\ \mathrm{rad/m}$$

$$y_2 = 0.04\sin(k_2\ x)\cos(\omega_2\ t)$$

$$y_2 = 0.04\sin\left(\frac{\pi}{2}\,x\right)\cos(64\pi\ t)$$

PROBLEMA 2.- Una partícula cargada positivamente que viaja a 1000 km/s en la dirección del eje Y, sentido positivo, entra en una región donde hay un campo magnético uniforme de 0.01 T orientado en el sentido positivo del eje Z. Una vez dentro del campo magnético describe una trayectoria circular de 1.04 m de radio. Si la masa de esta partícula es 1.67·10^{-27} kg, se pide:

(a) Dibujar un esquema mostrando la trayectoria que sigue dentro del campo magnético y calcular la carga de la partícula.

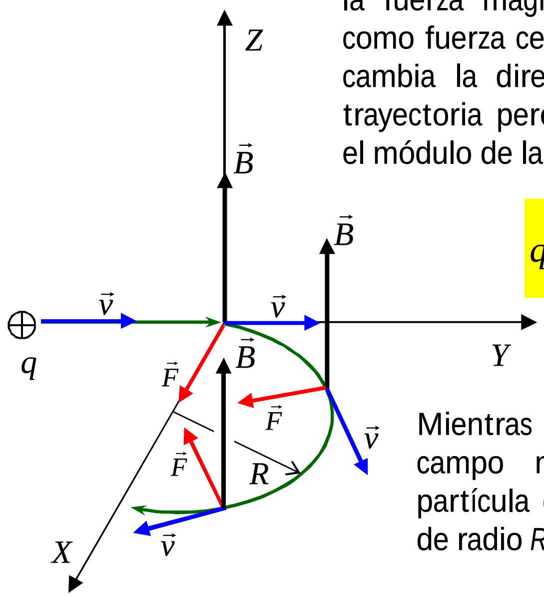
(b) Hallar la fuerza magnética que actúa sobre la partícula y la aceleración que produce sobre ella. Dibújese esquemáticamente dicha fuerza.

(c) ¿Cómo debería disponerse un campo eléctrico en la misma región donde existe el campo magnético para que la partícula atravesara dicha región sin desviarse? ¿Qué módulo, dirección y sentido debería tener ese campo eléctrico? Dibújese esquemáticamente.

(a) Fuerza magnética $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$

Carga + → fuerza magnética de igual sentido que el producto $\vec{v} \times \vec{B}$

Consecuencia: la fuerza magnética actúa como fuerza centrípeta que cambia la dirección de la trayectoria pero sin alterar el módulo de la velocidad



Igualamos módulos de fuerza magnética y fuerza centrípeta

$$F = q\,v\,B = m\frac{v^2}{R} = F_C$$

$$q = \frac{m\,v}{R\,B}$$

$$q = \frac{1.67\cdot 10^{-27}\cdot 10^{6}}{1.04\cdot 0.01} = 1.60\cdot 10^{-19}\ \text{C}$$

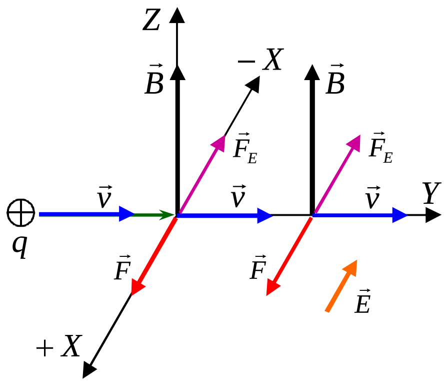
Mientras permanezca dentro del campo magnético uniforme, la partícula describirá una trayectoria de radio *R* en el plano XY

(b) Esquema ya realizado en figura anterior.

$$F = q\,v\,B \qquad F = 1.60\cdot 10^{-15}\ \text{N}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{q}{m}\,v\,B \qquad a = 9.58\cdot 10^{11}\ \text{m/s}^2$$

(c) El campo eléctrico debe estar orientado de forma que compense la fuerza magnética, es decir, la fuerza originada por él debe estar dirigida en sentido negativo del eje X, por tanto el campo eléctrico también.



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

$$F = q\,v\,B = q\,E = F_E$$

$$E = v\,B$$

$$E = 10^4\ \text{V/m}$$

A

3.- Dos satélites artificiales describen órbitas circulares alrededor de un planeta de radio *R*, siendo los radios de sus órbitas respectivas 1,05*R* y 1.512*R*. ¿Cuál es la relación entre las velocidades orbitales de ambos satélites? ¿Qué satélite lleva mayor velocidad?

Sea *M* la masa del planeta, m_1 y m_2 son los satélites y F_1 y m_2 son las fuerzas respectivas planeta-satélite

$$F_1 = G\frac{M\cdot m_1}{r_1^2} = \frac{m_1 v_1^2}{r_1} \qquad v_1 = \sqrt{G\frac{M}{r_1}}$$

$$F_2 = G\frac{M\cdot m_2}{r_2^2} = \frac{m_2 v_2^2}{r_2} \qquad v_2 = \sqrt{G\frac{M}{r_2}}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} = \sqrt{\frac{1.512}{1.05}} = \sqrt{1.44} = 1.20$$

El más rápido es el satélite más próximo

$$v_1 = 1.20\, v_2$$

4.- ¿Qué es la constante de desintegración radiactiva de un isótopo? Si la constante de desintegración radiactiva del isótopo ^{228}Ra es 0.1205 años^{-1}, calcular su periodo de semidesintegración (semivida).

Las especies radiactivas se van desintegrando con el tiempo, y el número de átomos de un determinado isótopo disminuye con el tiempo en forma exponencial. En cualquier muestra que contenga inicialmente un número N_0 de núcleos radiactivos, el número *N* de núcleos del isótopo que quedarán sin desintegrar al cabo de un tiempo *t* está dado por $N = N_0 e^{-\lambda t}$. El factor λ del exponente de esta fórmula es la constante de desintegración, que se expresa en unidades inversas de tiempo.

El periodo de semidesintegración o semivida $t_{1/2}$ es el tiempo que ha de transcurrir para que el número de núcleos radiactivos de una muestra se reduzca a la mitad. En el caso del ^{228}Ra debe verificarse que

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda\, t_{1/2}} \rightarrow ln\frac{1}{2} = -\lambda\, t_{1/2} \rightarrow t_{1/2} = \frac{ln\, 2}{\lambda} \quad \rightarrow \quad \text{Si } \lambda = 0.1205 \text{ años}^{-1} \rightarrow t_{1/2} = 5.75 \text{ años}$$

5.- (a) Explicar brevemente a qué se llama frecuencia umbral (o frecuencia de corte) en el efecto fotoeléctrico. (b) Si la frecuencia umbral del cesio es de $5.17 \cdot 10^{14}$ Hz, ¿se producirá algún efecto sobre este metal si lo iluminamos con luz roja de 632 nm? (Velocidad de la luz $3 \cdot 10^{8}$ m/s; 1 nm = 10^{-9} m).

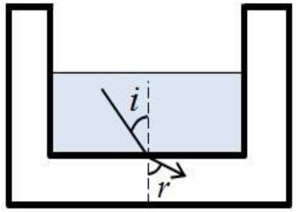
El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones desde la superficie de un metal cuando la misma es alcanzada por radiación electromagnética de frecuencia adecuada. La característica más notable del efecto fotoeléctrico es que solo es posible observarlo a partir de un valor mínimo de la frecuencia de la radiación: por debajo de este valor mínimo de frecuencia (llamada frecuencia umbral) no se produce el efecto fotoeléctrico aunque la intensidad de la radiación sea muy elevada. En cambio, si la frecuencia de la radiación es mayor que ese valor mínimo, se producirá emisión de electrones aunque la intensidad sea muy baja.
La explicación del fenómeno reside en que la energía de los fotones sólo puede ser absorbida por la materia en paquetes discretos que coincidan con la diferencia de energía entre distintos niveles atómicos. Así, los electrones de la superficie del material fotoeléctrico absorberán la energía de los fotones de la radiación incidente y se desligarán del átomo al que pertenecen, siempre y cuando esta radiación tenga **como mínimo** la energía necesaria para ionizar los átomos superficiales, que es directamente proporcional a la frecuencia..

(b) Tenemos que comparar la frecuencia de la luz roja de λ = 632 nm con la frecuencia umbral del cesio.

$$f_{ROJA} = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^{8}}{632 \cdot 10^{-9}} = 4.75 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \quad < \ 5.17 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Vemos que la frecuencia de la luz roja es menor que la frecuencia umbral → No habrá efecto fotoeléctrico

6 (Experimental).- Se tiene una cubeta de vidrio parcialmente llena con un líquido de índice de refracción 1.56. Cuando la luz llega al fondo de la cubeta, se observa que se refracta alejándose de la normal (ver figura). Se hacen las tres medidas de ángulo de incidencia y ángulo de refracción que aparecen en la tabla. (a) Razónese si el índice de refracción del vidrio es mayor o menor que el índice de refracción del líquido que contiene.
(b) Calcular el índice de refracción del vidrio.



i º	r º
12	12,5
18	18,7
28	29,2

(a) Observamos en el esquema (y en los valores de la tabla) que el rayo refractado se aleja de la normal cuando atraviesa la interfase de separación líquido vidrio. De acuerdo con la ley de Snell

$$n_{LIQ} \sin i = n_{VIDRIO} \sin r \qquad \frac{n_{LIQ}}{n_{VIDRIO}} = \frac{\sin r}{\sin i} > 1 \qquad \text{Si } r > i \rightarrow \sin r > \sin i \quad \rightarrow \quad n_{LIQ} > n_{VIDRIO}$$

(b) Aplicamos la ley de Snell a los valores dados en la tabla y calculamos el índice de refracción del vidrio

$$\frac{n_{LIQ} \sin i}{\sin r} = n_{VIDRIO}$$

n_{LIQ} =	1,56			
i º	r º	$\sin i$	$\sin r$	n_{VIDRIO}
12	12,5	0,2079	0,2162	1,5
18	18,7	0,3090	0,3214	1,5
28	29,2	0,4695	0,4883	1,5

PROBLEMA 1.- Un satélite artificial de masa *m* = 500 kg se encuentra en órbita ecuatorial geoestacionaria.

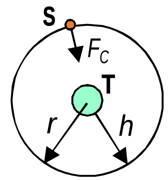
(a) Determinar cuál es la velocidad angular del satélite y a qué altura se encuentra por encima de la superficie de la Tierra.

(b) Explicar y calcular qué energía deberíamos suministrar a este satélite en su órbita para alejarlo indefinidamente de la Tierra de modo que alcanzase el infinito con velocidad cero.

(c) Supongamos un meteorito que se acerca a la Tierra viajando a 20 km/s cuando está a la misma distancia que el satélite geoestacionario. ¿Con qué velocidad se estrellará contra la superficie? (Despreciamos los efectos de rozamiento con la atmósfera).

Datos. Constante de gravitación *G* = $6.67\cdot10^{-11}$ $N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$.

Datos de la Tierra: masa *M* = $5.98\cdot10^{24}$ kg; radio *R* = 6370 km; periodo rotación *T* = 86400 s.



(a) Puesto que la órbita es geoestacionaria, el periodo de rotación del satélite es el mismo que el periodo de rotación de la Tierra, por lo tanto su velocidad angular es

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{86400} = 7.27\cdot10^{-5}\ \text{rad/s}$$

La fuerza centrípeta que mantiene al satélite en órbita es igual a la fuerza newtoniana de gravitación. Si *r* es la distancia del satélite al centro de la tierra (radio de su órbita)

$$F_C = m\omega^2 r = G\frac{M\,m}{r^2} \quad \rightarrow \quad r^3 = G\frac{M}{\omega^2}$$

$$r = \left(G\frac{M}{\omega^2}\right)^{1/3} = \left(6.67\cdot10^{-11}\frac{5.98\cdot10^{24}}{\left(7.27\cdot10^{-5}\right)^2}\right)^{1/3} = 4.23\cdot10^{7}\ \text{m} = 42250\,\text{km}$$

Altura sobre la superficie

$$h = r - R = 42250 - 6370 = 35880\ \text{km}$$

(b) Para que el satélite se desligue de la Tierra y se aleje indefinidamente hay que suministrarle al menos la energía suficiente para que su energía mecánica total (suma de cinética + potencial) sea igual a cero. Dándole la cantidad mínima necesaria llegará al infinito con velocidad cero.

Energía mecánica del satélite en su órbita: $E = K + U = -G\frac{M\,m}{2r}$ La energía a suministrar es $|E| = +G\frac{M\,m}{2r}$

$$|E| = +6.67\cdot10^{-11}\frac{5.98\cdot10^{24}\cdot500}{2\cdot4.23\cdot10^{7}} = 2.36\cdot10^{9}\ \text{J}$$

PROBLEMA 1.- Un satélite artificial de masa *m* = 500 kg se encuentra en órbita ecuatorial geoestacionaria (CONT)
(c) Supongamos un meteorito que se acerca a la Tierra viajando a 20 km/s cuando está a la misma distancia que el satélite geoestacionario. ¿Con qué velocidad se estrellará contra la superficie? (Despreciamos los efectos de rozamiento con la atmósfera).
Datos. Constante de gravitación $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ N·m²·kg⁻².
Datos de la Tierra: masa $M = 5.98 \cdot 10^{24}$ kg; radio R = 6370 km; periodo rotación T = 86400 s.

(c) Puesto que según el enunciado debemos despreciar los efectos del rozamiento, la energía mecánica del meteorito se mantendrá constante en su caída hacia la Tierra: su energía potencial irá disminuyendo a medida que se acerca en la misma medida en que su energía cinética irá aumentando.

Sea *m´* la masa del meteorito; Llamamos v_{geo} a su velocidad cuando se encuentra a la misma distancia *r* que el satélite geoestacionario

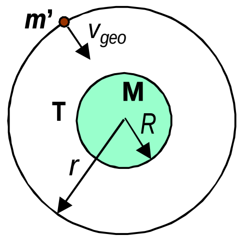
p07

$$E_{geo} = -G\frac{M\,m'}{r} + \frac{1}{2}m'v_{geo}^2$$

$$E_{\sup} = -G\frac{M\,m'}{R} + \frac{1}{2}m'v_{\sup}^2$$

$$-G\frac{M\,m'}{r} + \frac{1}{2}m'v_{geo}^2 = -G\frac{M\,m'}{R} + \frac{1}{2}m'v_{\sup}^2$$

$$v_{geo} = 20\ \text{km/s}$$



$$\cancel{m'}v_{\sup}^2 = -2G\frac{M\,\cancel{m'}}{r} + 2G\frac{M\,\cancel{m'}}{R} + \cancel{m'}v_{geo}^2$$

$$v_{\sup} = \sqrt{2GM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right) + v_{geo}^2}$$

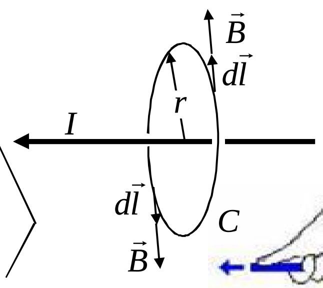
$$v_{\sup} = 22502\ \text{m/s} = 22.5\ \text{km/s}$$

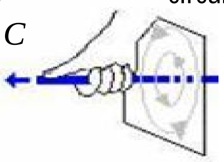
4.- Enunciado de la ley de Ampère. ¿Cómo puede utilizarse para calcular el campo magnético en un punto situado en las inmediaciones de un conductor rectilíneo muy largo que conduce una corriente constante?

Ley de Ampère. Formulación matemática:

$$\oint_C \vec{B}\,d\vec{l} = \mu_0\, I$$

Circulación del campo magnético a lo largo de la línea cerrada *C* proporcional a la <u>*corriente neta*</u> *I* encerrada por dicha línea.





Sobre cualquier circunferencia de radio *r* concéntrica con el conductor, el módulo del campo magnético será el mismo, ya que todos los puntos de la circunferencia se encuentran a igual distancia de los elementos de corriente que constituyen las fuentes del campo magnético. Además, existen tantos elementos de corriente a un lado como a otro del plano determinado por la superficie del círculo delimitado por la circunferencia, luego el campo magnético debe estar contenido por simetría en el plano de dicho círculo, y debe ser paralelo al elemento de longitud tangente a la circunferencia.

$$\oint_C \vec{B}\,d\vec{l} = \oint_C B\,dl\cos 0^\circ = B\oint_C dl = B \cdot 2\pi\, r = \mu_0\, I$$

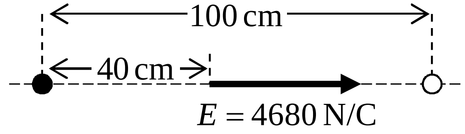
Sentido del campo: regla mano derecha

$$B = \frac{\mu_0\, I}{2\pi\, R}$$

B

UCLM - PAEG FÍSICA SEPTIEMBRE 2016 OPCIÓN B

PROBLEMA 2.- Dos cargas puntuales del mismo valor y signos opuestos están separadas por una distancia de 100 cm. En el punto intermedio situado a 40 cm de la carga de la izquierda el campo eléctrico tiene la orientación mostrada en la figura y su valor es 4680 N/C. Se pide:



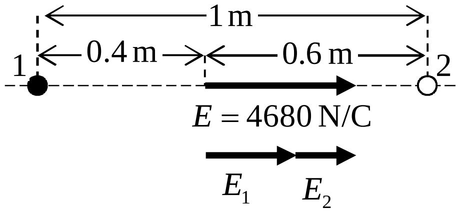
(a) Explicar razonadamente cuál es el signo de cada carga y calcular el valor de dicha carga. Se valorará un esquema apropiado.

(b) Calcular la diferencia de potencial entre el punto intermedio situado a 40 cm de la carga de la izquierda y otro punto intermedio situado a 40 cm de la carga de la derecha.

(c) Calcular la energía potencial electrostática de estas dos cargas. ¿Cómo interpretamos su signo?

Dato. Constante de la ley de Coulomb $k = 9\cdot10^9$ N·m²·C⁻².

(a) Vemos en el diagrama que el campo resultante está orientado hacia la derecha. Como las dos cargas son del mismo valor, la contribución al valor total del campo de la carga izquierda (1), que está más cerca, debe ser mayor que el de la carga derecha (2) más lejana. La única posibilidad viendo la orientación del campo presentada en la figura es que la carga izquierda (1) sea positiva y la carga derecha (2) sea negativa.



$$E_1 = 9\cdot10^9\,\frac{q}{0.4^2}$$

$$E_2 = 9\cdot10^9\,\frac{q}{0.6^2}$$

(Módulos)

$$9\cdot10^9\,\frac{q}{0.4^2} + 9\cdot10^9\,\frac{q}{0.6^2} = 4680 \qquad q = \frac{4680}{9\cdot10^9}\,\frac{0.6^2\cdot0.4^2}{\left(0.6^2+0.4^2\right)} = 5.76\cdot10^{-8}\ \mathrm{C}$$

$$q_1 = q = 5.76\cdot10^{-8}\ \mathrm{C} \qquad q_2 = -q = -5.76\cdot10^{-8}\ \mathrm{C}$$

(b) Potencial en el punto a 40 cm de la carga 1

$$V_{40} = 9\cdot10^9\left(\frac{q}{0.4}+\frac{-q}{0.6}\right) = 9\cdot10^9\cdot5.76\cdot10^{-8}\left(\frac{1}{0.4}-\frac{1}{0.6}\right) = 432\ \mathrm{V}$$

Potencial en el punto a 40 cm de la carga 2
(lo que significa 60 cm desde la carga 1)

$$V_{60} = 9\cdot10^9\left(\frac{q}{0.6}+\frac{-q}{0.4}\right) = 9\cdot10^9\cdot5.76\cdot10^{-8}\left(\frac{1}{0.6}-\frac{1}{0.4}\right) = -432\ \mathrm{V}$$

Diferencia de potencial

$$\Delta V = V_{60} - V_{40} = -864\ \mathrm{V}$$

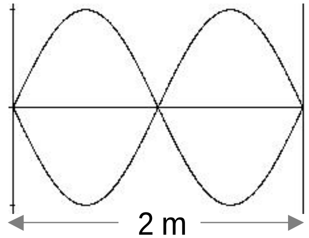
(c) Energía potencial electrostática sistema de dos cargas a una distancia = 1 m

$$U = 9\cdot10^9\,\frac{q_1 q_2}{1} = 9\cdot10^9\,\frac{q(-q)}{1} = -9\cdot10^9\left(5.76\cdot10^{-8}\right)^2 = -2.99\cdot10^{-5}\ \mathrm{J}$$

Interpretación del signo (-): el trabajo en el campo electrostático (conservativo) es igual a la variación de energía potencial cambiada de signo → si queremos separar esta pareja de cargas tendremos que aportar trabajo (+)

B

3.- Estudiamos una onda estacionaria en una cuerda tensa de 2 m de longitud fija por ambos extremos, en la cual la velocidad de propagación de las ondas transversales es 34 m/s. La onda estacionaria está representada en la figura. ¿De qué armónico se trata? ¿Cuál es su frecuencia? Contestar razonadamente.



Las ondas estacionarias en la cuerda tensa aparecen como consecuencia de la superposición de ondas viajeras que se propagan en la cuerda y en sentidos contrarios.

Para que se forme una onda estacionaria en una cuerda tensa la condición es que el número de semilongitudes de onda ($\lambda/2$) que encajan en la longitud L de la cuerda tiene que ser un número entero (n)

$$L = n\frac{\lambda}{2}$$

El número entero n es el armónico

De la relación entre longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación despejamos la frecuencia:

$$v = \lambda \cdot f \;\rightarrow\; f = \frac{v}{\lambda} = \frac{34}{2} = 17 \text{ Hz}$$

Los dos extremos de la cuerda serán nodos (puntos de amplitud cero) y el número de nodos intermedio es igual a n-1: el representado en la figura es pues el 2º armónico, ya que n-1 = 1 → n = 2.

La frecuencia de este armónico es igual a la frecuencia de las ondas viajeras que se superponen en la cuerda; la longitud de onda de éstas es igual a

$$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \cdot 2}{2} = 2 \text{ m}$$

5.- El Sol convierte cada segundo 600 millones de toneladas de hidrógeno en 596 millones de toneladas de helio. Estimar a partir de este dato cuánta potencia irradia el Sol (energía por unidad de tiempo). Tómese la velocidad de la luz como $3{\cdot}10^8$ m/s.

La masa se convierte en energía de acuerdo con la ecuación de Einstein $E = m\,c^2$

Masa convertida en energía cada segundo:

$$\Delta m = (600-596)\cdot\underbrace{10^6}_{\text{Millones de toneladas}}\cdot\underbrace{10^3}_{\text{Toneladas} \rightarrow \text{kg}} = 4{\cdot}10^9 \text{ kg}$$

La masa convertida por unidad de tiempo nos da la potencia:

$$\text{Potencia} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t}c^2$$

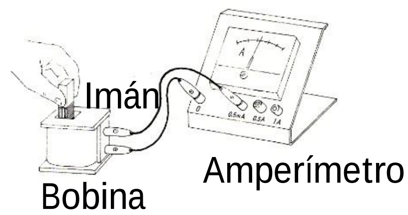
$$\text{Potencia} = \frac{4{\cdot}10^9 \text{ kg}}{1\text{s}}\cdot\left(3{\cdot}10^8 \text{ m/s}\right)^2 = 3.6{\cdot}10^{26} \text{ Watios}$$

6 (Experimental).- En una demostración de Física el profesor toma un imán potente, lo introduce rápidamente en el hueco de una bobina formada por espiras de cobre estrechamente arrolladas y después lo deja inmóvil dentro del hueco. La bobina se encuentra conectada con un amperímetro como se indica en el esquema. Acerca de lo que sucede al realizar esta experiencia, indicar cuál de las siguientes opciones es la correcta y explicar por qué.

a) La aguja del amperímetro no se mueve en ningún momento porque no hay ninguna fuente de corriente en la bobina.

b) La aguja del amperímetro se mueve indicando el paso de corriente mientras el imán se está moviendo y cuando el imán se queda inmóvil vuelve a marcar cero.

c) La aguja del amperímetro se mueve indicando el paso de corriente mientras el imán se está acercando y cuando el imán se queda finalmente inmóvil alojado dentro del hueco, el amperímetro marca el máximo de corriente porque el campo magnético cuando el imán está dentro de la bobina es el máximo posible.



La <u>opción a) es incorrecta</u>, pues se observa experimentalmente que la aguja del amperímetro se mueve mientras que se está introduciendo el imán en el interior de la bobina, ya que ese cambio de posición del imán produce una variación de flujo magnético con el tiempo, y esto genera una corriente inducida.

<u>La opción correcta es b</u>), porque mientras el imán se acerca el campo magnético en cada punto de cualquier superficie delimitada por las espiras de cobre se va incrementando. Esto hace variar el flujo magnético a través de la bobina y de acuerdo con la ley de Faraday, tal variación de flujo da lugar una fuerza electromotriz inducida en el cobre; es decir, en el conductor aparece un campo eléctrico inducido originado por la variación de flujo magnético. Este campo es capaz de mover las cargas libres del conductor y la consecuencia es una corriente eléctrica que circula y es registrada por el amperímetro. Pero una vez que el imán queda en reposo, aunque a través del conductor de cobre exista flujo magnético, no hay ***<u>variación</u>*** de flujo y por consiguiente ya no habrá ni fuerza electromotriz inducida ni corriente. Por eso <u>la opción c) es incorrecta</u>.