Física 2. Recuperación de la 2ª evaluación
Abril de 2008

CUESTIONES (1 punto)

1.- *Dibuja los tres primeros armónicos que pueden darse en un tubo sonoro, de longitud L, abierto por los dos extremos y obtén la expresión general de los sonidos que genera.*

2.- *Una masa de 5 kg se mueve espontáneamente de un punto A a otro B en una región donde existe un campo gravitatorio uniforme. Sabiendo que la distancia AB es de 10 m y que dicha dirección está alineada paralelamente con el campo de valor 8 N/kg. ¿Dónde es mayor el potencial en A o en B?¿Con qué velocidad llegará el cuerpo a B si partió del reposo en A?*

3.- *Calcula cuánto hay que elevarse sobre la superficie de un planeta de radio R para que la gravedad disminuya hasta hacerse 2/3 de su gravedad superficial.*

4.- *Dos cargas puntuales iguales están separadas una distancia d. Responde de forma razonada:*

a) ¿Es nulo el campo eléctrico total en algún punto? Localícelo en caso afirmativo
b) ¿Y si las cargas fueran opuestas?

PROBLEMAS (2 puntos)

5.- *Un niño está moviendo el extremo de una cuerda horizontal haciendola oscilar 2 veces cada segundo, con una amplitud de 15 cm. Suponiendo que la onda avanza a 30 cm/s:*

a) Escribe la ecuación de la onda generada.
b) Si la cuerda se ata por el otro extremo anclada a una anilla móvil, escribe la ecuación de onda que se refleja y la ecuación de la onda resultante.
c) Calcula la posición y velocidad con que se mueve un punto situado a 1 m del foco en el instante t= 20 s.

6.- *Un satélite artificial de 150 kg está orbitando a 530 km de altitud sobre la superficie terrestre. Responde:*

a) Deduce la velocidad a la que se mueve y razona qué ocurriría con la velocidad si se cambiara a una órbita más alejada.
b) Calcula la energía que fue necesaria para ponerlo en órbita obviando la rotación terrestre.
Datos: g_0 = 9,8 $m \cdot s^{-2}$, R_T= 6370 km.

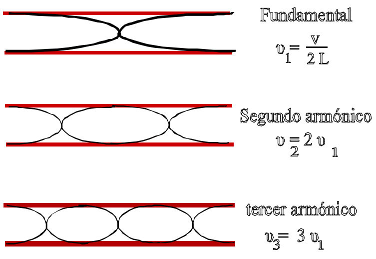
7.- *Con ayuda de un generador de chispas, cargamos la bolita de 1 gramo y 1 cm de radio a un potencial de -500 V. Al introducir el péndulo entre las placas de un condensador plano, se inclina. Sabiendo que el condensador está cargado a una ddp de 200 V y sus placas están separadas 5 cm, calcula:*

a) La carga y número de electrones que hemos transferido a la bolita
b) El valor del campo que genera el condensador.
c) Realiza un diagrama de fuerzas y calcula la inclinación del péndulo en el equilibrio.
Datos: $e=1,602 \cdot 10^{-19}$C ; $K= 9 \cdot 10^9$ Nm^2 C^{-2} ; g= 9,8 m

NOTA: *Recuerda que los problemas hay que explicarlos, arrancando siempre desde el marco teórico que te permita explicar el fenómeno. Cuida el orden en la exposición, la limpieza y la ortografía.*

CUESTIONES (1 punto)

1.- *Dibuja los tres primeros armónicos que pueden darse en un tubo sonoro, de longitud L, abierto por los dos extremos y obtén la expresión general de los sonidos que genera.*



Ondas estacionarias en tubos abiertos.

En un tubo abierto el aire vibra con máxima amplitud en los extremos. En la figura, se representan los tres primeros modos de vibración: fundamental, segundo y tercer armónico y se observa la secuencia:

Fundamental: $L = \lambda/2$
Segundo armónico: $L = \lambda$
Tercer armónico: $L = 3\lambda/2$

Es decir: ***L= n λ/2.*** *, y de aquí:* $2\frac{L}{n} = \lambda \quad (n = 1, 2, 3)$

quedando así relacionados la λ, y en definitiva la ϑ (c/λ) del sonido con la longitud del tubo:

$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \vartheta;$ tendremos que:

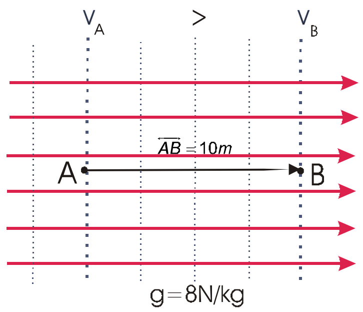
$$\vartheta = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{2\frac{L}{n}} = \frac{n \cdot v}{2 \cdot L}$$

Es decir, que la frecuencias propias del sistema son:

$$\vartheta_n = \frac{n \cdot c}{2L} \quad (\text{con } n = 1, 2, 3 \ldots)$$

Vemos que solo son posibles aquellos sonidos cuya frecuencia sea múltiplo entero de la fundamental (c/2L).

2.- *Una masa de 5 kg se mueve espontáneamente de un punto A a otro B en una región donde existe un campo gravitatorio uniforme. Sabiendo que la distancia AB es de 10 m y que dicha dirección está alineada paralelamente con el campo de valor 8 N/kg. ¿Dónde es mayor el potencial en A o en B?¿Con qué velocidad llegará el cuerpo a B si partió del reposo en A?*



Las líneas de campo indican el sentido de la fuerza neta y apuntan hacia puntos de potencial decreciente (menor energía). Una masa se mueve espontáneamente de puntos de mayor a menor potencial, coincidiendo con el sentido de las líneas. Por consiguiente se cumple que $V_A > V_B$ y el campo apuntará de A a B.

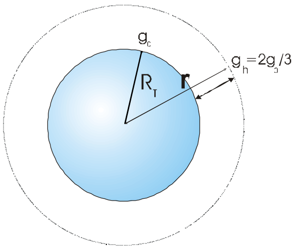
Como el campo es conservativo, la energía cinética aumentará en el mismo grado que disminuya la potencial, sin embargo en este caso es más fácil enfocarlo desde la perspectiva del trabajo:

W= ΔE_c , y por consiguiente: $E_{c,F} = F \cdot \Delta x = m \cdot g \cdot \Delta x$

$\frac{1}{2} m v_B^2 = m g \Delta x$

$$v_B = \sqrt{2g\Delta x} = \sqrt{2 \cdot 8 \tfrac{N}{kg} \cdot 10m} = \underline{12{,}6 \, m/s}$$

***3.-** Calcula cuánto hay que elevarse sobre la superficie de un planeta de radio R para que la gravedad disminuya hasta hacerse 2/3 de su gravedad superficial.*



$$\left.\begin{aligned} g_0 &= G\frac{M_T}{R_T^2} \\ g_h &= G\frac{M_T}{r^2} \end{aligned}\right\}$$

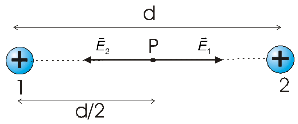
dado que debe cumplirse que: $g_h = \frac{2}{3}g_0$

tendremos: $\cancel{G}\frac{M_T}{r^2} = \frac{2}{3}\cancel{G}\frac{\cancel{M_T}}{R_T^2}$

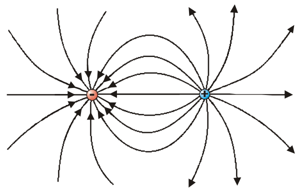
de donde: $r^2 = \frac{3}{2}R_T^2 \quad \Rightarrow \quad r = \sqrt{\frac{3}{2}}R_T$

Por tanto, la altitud será: $h = r - R_T = \sqrt{\tfrac{3}{2}}R_T - R_T = R_T \cdot (\sqrt{\tfrac{3}{2}} - 1) \simeq \underline{0{,}225R_T}$

***4.-** Dos cargas puntuales iguales están separadas una distancia d. Responde de forma razonada:*
a) ¿Es nulo el campo eléctrico total en algún punto? Localícelo en caso afirmativo
b) ¿Y si las cargas fueran opuestas?



a) Sí, en el punto medio de la recta que las une ya que allí los campos creados por cada carga serán iguales y opuestos. En cualquier otro punto del espacio, salvo en el infinito, existirá un campo resultante.



b) En este caso (dipolo eléctrico) no se da una situación similar a la anterior, el campo sólo será nulo en el infinito,.

***5.-** Un niño está moviendo el extremo de una cuerda horizontal haciendola oscilar 2 veces cada segundo, con una amplitud de 15 cm. Suponiendo que la onda avanza a 30 cm/s:*
a) Escribe la ecuación de la onda generada.
b) Si la cuerda se ata por el otro extremo anclada a una anilla móvil, escribe la ecuación de onda que se refleja y la ecuación de la onda resultante.
c) Calcula la posición y velocidad con que se mueve un punto situado a 1 m del foco en el instante t= 20 s.

a) La ecuación general de un M.O. viene dada por: y (x,t) = A · sen (ωt - kx), para una onda que se mueve de izda a dcha.
En primer lugar calculamos los parámetros necesarios para escribir la ecuación (ω y k) ya que, según se enuncia: A= 0,15m y f=2 Hz

$\omega = 2\pi f = 4\pi$ rad/s

$k = 2\pi/\lambda = 2\pi f/v = 40\pi/3\ m^{-1}$

Por tanto, tenemos: $y(x,t) = 0{,}15 \cdot sen(40\pi t - \frac{40\pi}{3}x)$

b) Si atamos la cuerda a un punto móvil, la onda rebotada no lo hará invirtiendo la fase, es decir la ecuación general de la onda reflejada será idéntica a la de la onda incidente, con la salvedad del sentido del movimiento.

La ecuación de la onda reflejada será: $y(x,t) = 0{,}15 \cdot sen(40\pi t + \frac{40\pi}{3}x)$

La interferencia de ambas ondas será una onda estacionaria, cuya expresión general viene dada por: y (x,t) = 2A · cos kx ·sen ωt

Por consiguiente: $y(x,t) = 0{,}3 \cdot \cos\frac{40\pi}{3}x \cdot sen 40\pi t$ *(*)*

c) Simplemente hay que sustituir en la ecuación anterior (*) para obtener la posición de cualquier punto de la cuerda en un instante dado.

$$y(1m,20s)=0{,}3\cdot\underbrace{\cos\tfrac{40\pi}{3}m^{-1}1m}_{-\frac{1}{2}}\cdot\underbrace{sen40\pi\tfrac{rad}{s}\cdot 20s}_{0}=0$$

El punto considerado, en el instante pedido, se encuentra en la posición de equilibrio. No obstante no se trata de un nodo ya que es la parte temporal la que hace cero el valor.

Podemos obtener la ecuación general de la velocidad de vibración de la cuerda derivando la ecuación general (*) del movimiento.

$$v(x,t)=0{,}3\cdot 40\pi\cdot\cos\tfrac{40\pi}{3}x\cdot\cos 40\pi t=12\pi\cdot\cos\tfrac{40\pi}{3}x\cdot\cos 40\pi t$$

$$v(1m,20s)=12\pi\cdot(-\frac{1}{2})\cdot 1=-6\pi\,\tfrac{m}{s}$$

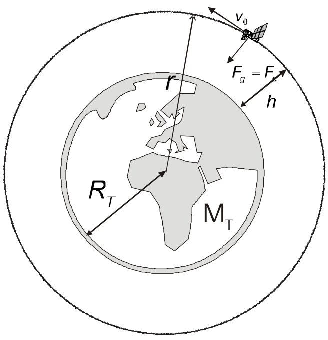
El punto se encuentra en el punto de equilibrio y descendiendo en el instante considerado.

6.- *Un satélite artificial de 150 kg está orbitando a 530 km de altitud sobre la superficie terrestre. Responde:*

a) Deduce la velocidad a la que se mueve y razona qué ocurriría con la velocidad si se cambiara a una órbita más alejada.

b) Calcula la energía que fue necesaria para ponerlo en órbita obviando la rotación terrestre.

Datos: g_0 = 9,8 $m\cdot s^{-2}$, R_T= 6370 km.



La fuerza responsable del giro (centrípeta), como es evidente, es la fuerza gravitatoria. Por ello podemos decir que:

$$F_g=F_c \quad\Rightarrow\quad \text{Por tanto: } m\frac{v_o^2}{r}=G\frac{M_T m}{r^2}$$

de aquí, despejando la velocidad orbital (v_0), tenemos:

$$\boxed{v_0=\sqrt{\frac{GM_T}{r}}}$$

Puesto que en el problema no disponemos de los datos G y M_T, vamos a expresar la v_0 en función de g_0 y R_T.

$$\text{como } g_0=G\frac{M_T}{R_T^2}\quad\Rightarrow\quad GM_T=g_0R_T^2$$

$$\text{Sustituyendo en la ecuación anteiror : }\quad v_0=\sqrt{\frac{g_oR_T^2}{r}}\xrightarrow[\text{valores}]{\text{sustituyendo}}\boxed{v_0=7600\,{}^{m}\!/\!_{s}}$$

Se observa que $v_0 \propto r^{1/2}$, con lo que a mayor distancia menor velocidad. Concretamente, si cuadruplicamos la distancia, por ejemplo, la velocidad orbital sería la mitad.

b) La energía o trabajo necesario, podemos calcularlo como diferencia de energías inicial y final.

$$W_{ext}=E_f-E_0=\left(\tfrac{1}{2}m\cdot v_0^2-\frac{\overbrace{GM_T}^{g_0R_T^2}m}{r}\right)+\frac{\overbrace{GM_T}^{g_0R_T^2}m}{R_T}=\tfrac{1}{2}m\cdot v_0^2+g_oR_T^2m\cdot\left(\frac{1}{R_T}-\frac{1}{r}\right)=$$

$$=\tfrac{1}{2}\cdot 150kg\cdot\left(7600\tfrac{m}{s}\right)^2+9{,}8\tfrac{m}{s^2}\cdot\left(6{,}37\cdot 10^6m\right)^2\cdot 150kg\cdot\left(\frac{1}{6{,}37\cdot 10^6m}-\frac{1}{6{,}9\cdot 10^6m}\right)=$$

$$=4{,}33\cdot 10^9J+0{,}72\cdot 10^9J\simeq\underline{5{,}05\cdot 10^9J}$$

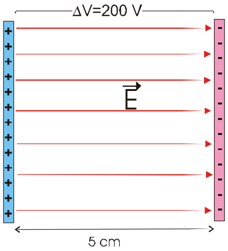
7.- *Con ayuda de un generador de chispas, cargamos la bolita de 1 gramo y 1 cm de radio a un potencial de -500 V. Al introducir el péndulo entre las placas de un condensador plano, se inclina. Sabiendo que el condensador está cargado a una ddp de 200 V y sus placas están separadas 5 cm, calcula:*

a) La carga y número de electrones que hemos transferido a la bolita

b) El valor del campo que genera el condensador.

c) Realiza un diagrama de fuerzas y calcula la inclinación del péndulo en el equilibrio.

Datos: e=1,602·10^{-19}C ; K= 9·10^9 Nm^2 C^{-2} ; g= 9,8 m·s^{-2}



a) Partiendo de la expresión de potencial: V= KQ/r

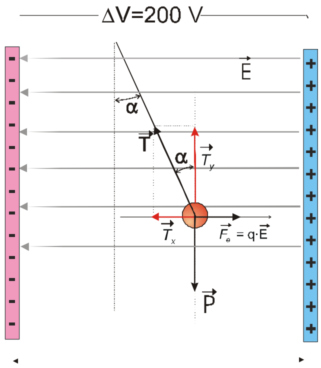
$$Q=\frac{V\cdot r}{K}=\frac{-500V\cdot 0{,}01m}{9\cdot 10^9\,\frac{N\cdot m^2}{C^2}}=-5{,}56\cdot 10^{-10}C$$

$$n^o\,electrones=-5{,}56\cdot 10^{-10}C\cdot\frac{1electrón}{-1{,}602\cdot 10^{-19}C}=3{,}5\cdot 10^9\,electrones$$

b) Como el campo eléctrico es uniforme entre las placas, podemos utilizar la expresión que relaciona campo y ddp en forma de incrementos:

E=ΔV/Δx = 200V/0,05 m = 4000 N/C

Según el dibujo: $\vec{E}=4000\hat{i}\,\frac{N}{C}$



c) En el equilibrio se cumplirá un equilibrio de fuerzas.

$$\sum\vec{F}=0\ \ ,\ \ \text{y componente a componente}\ \Rightarrow\begin{cases}T_x=F_e\\ T_y=P\end{cases}$$

$$\left.\begin{array}{l}T\cdot sen\alpha=q\cdot E\\ T\cdot\cos\alpha=m\cdot g\end{array}\right\}\ \text{dividiendo miembro a miembro:}$$

$$tg\alpha=\frac{qE}{mg}\Rightarrow\quad\alpha=arctg\left[\frac{5{,}56\cdot 10^{-10}\,\cancel{C}\cdot 4000\,\frac{\cancel{N}}{\cancel{C}}}{0{,}001\,\cancel{kg}\cdot 9{,}8\,\frac{\cancel{N}}{\cancel{kg}}}\right]=\underline{0{,}013^o}$$