SELECTIVIDAD FÍSICA ARAGÓN. 2020. JULIO

1. a) Escribe la ecuación de la elongación de un movimiento vibratorio armónico simple y comenta el significado físico de las magnitudes que aparecen en dicha ecuación. (1 punto) Una partícula realiza un movimiento armónico simple de 10 cm de amplitud y tarda 2 s en efectuar una oscilación completa. Si en el instante t = 0 se encuentra en el punto de velocidad cero y elongación positiva.

Calcula: b) La expresión matemática que representa la elongación en función del tiempo. (0,5 puntos)

c) La velocidad y la aceleración de oscilación en el instante t = 0,5 s. (1 punto)

Nota: Considera que los desplazamientos respecto a la posición de equilibrio son positivos cuando el muelle está estirado.

a) x = A sen (ωt+φ)

x (m), es la elongación y es la distancia que separa al punto que realiza el movimiento armónico de su posición de equilibro.

A (m), es la amplitud, la elongación máxima.

ω (rad/s), es la frecuencia angular y es la velocidad angular del hipotético movimiento circular que al proyectarse sobre uno de sus diámetros origina el movimiento armónico simple.

t (s), es el tiempo. φ (rad), es la fase inicial. Representa el estado de oscilación de la partícula en el instante inicial.

b) A = 0,1 m, T = 2 s, φ = π/2 rad

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi\, rad/s \qquad x = 0{,}1\, sen\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \qquad vectorialmente: \vec{x} = 0{,}1\, sen\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\vec{\imath}$$

c)

$$v = \frac{dx}{dt} = 0,1 \cdot \pi \cdot cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \qquad v = 0,1\pi \cos(0,5\pi + \frac{\pi}{2}) = -0,314\ m/s$$

El valor negativo indica que se mueve hacia la parte negativa del eje x, más correcto sería expresarlo vectorialmente:

$$\vec{v} = -0,314\,\vec{j}\ m/s$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -0,1 \cdot \pi^2 \cdot sen(0,5\pi + 0,5\pi) = 0$$

De los valores de velocidad y aceleración deducimos que el punto oscilante se encuentra en el punto de máxima elongación y valor positivo, 10 cm a la derecha de la posición de equilibrio.

2. a) Un tubo de longitud L = 34 cm tiene uno de los extremos abierto a la atmósfera y el otro extremo cerrado. Calcula la menor frecuencia de excitación sonora para la que se formará una onda estacionaria en el interior del tubo. (1,25 puntos)
b) ¿Cuál sería su frecuencia si suponemos ahora que el tubo tiene sus dos extremos abiertos a la atmósfera? (1,25 puntos)
Dato: Velocidad de propagación del sonido en el aire v = 340 m/s.

a) En los tubos abiertos por un extremo, se debe producir un vientre en el extremo abierto por lo que la longitud del tubo es la cuarta parte de la longitud de onda:

$$\lambda = 4L = 136\ cm = 1{,}36\ m \qquad v = \lambda \cdot f \qquad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{1{,}36} = 250\ Hz$$

b)
En los tubos abiertos por los dos extremos deben producirse vientres en cada extremo por lo que la longitud del tubo es la mitad de la longitud de onda:

$$\lambda = 2L = 68\ cm = 0{,}68\ m \qquad v = \lambda \cdot f \qquad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0{,}68} = 500\ Hz$$

3. Un satélite artificial de masa m = 800 kg describe una órbita circular en torno a la Tierra, a una altura h = 400 km sobre su superficie.
a) Calcula el módulo del momento angular del satélite respecto al centro de la Tierra. Si la órbita está en el plano ecuatorial, ¿qué dirección tiene el vector momento angular L? ¿Es L un vector constante? ¿Por qué? (1,5 puntos)
b) Determina la cantidad de energía que será necesario suministrarle para que pase a estar en una nueva órbita con una altura h = 800 Km. (1 punto)
Datos: G = 6,67 x 10^{-11} N m^2 kg^{-2}; M_{Tierra} = 5,97 x 10^{24} kg; R_{Tierra} = 6371 km

a) Primero sumamos la altura al radio terrestre para obtener el radio de la órbita, $r = R_T + h = 6{,}771\cdot10^6$ m

$$El\ módulo\ del\ momento\ angular\ sería: L = m\cdot r\cdot v\cdot sen\alpha = m\cdot r\cdot v = m\cdot r\cdot\sqrt{G\cdot M/r} = m\cdot\sqrt{G\cdot M\cdot r}$$

$$L = 800\cdot\sqrt{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot5{,}97\cdot10^{24}\cdot6{,}771\cdot10^{6}} = 4{,}15\cdot10^{13}\ kg\cdot m^2\cdot s^{-1}$$

La dirección siempre es perpendicular al plano de la órbita. Si la dirección de giro del satélite es igual que el de la Tierra, el sentido será hacia norte. Si suponemos la órbita circular L sería constante ya que también lo es el radio de la órbita.
b) La energía que hay que comunicar es la diferencia entre las energías mecánicas en las dos órbitas.

$$E = Em(800) - Em(400) = -\frac{G\cdot Mm}{2r_2} - \left(-\frac{G\cdot Mm}{2r_1}\right) = -G\cdot M\cdot m\cdot\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{r_2}-\frac{1}{r_1}\right)$$

$$E = -6{,}67\cdot10^{-11}\cdot5{,}97\cdot10^{24}\cdot800\cdot\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{7{,}171\cdot10^{6}}-\frac{1}{6{,}771\cdot10^{6}}\right)$$

$$E = 1{,}31\cdot10^{9}\ J$$

4. a) Explica el concepto de energía potencial gravitatoria. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra de masa M? (1 punto)
b) El nanosatélite Lume-1, desarrollado en la Universidad de Vigo, de masa m = 2,1 kg describe una órbita en torno a la Tierra, a una altura h = 481,44 km sobre su superficie. Si suponemos que la órbita es circular, calcula su velocidad y su periodo. (1,5 puntos)
Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}; $M_{Tierra} = 5,97 \times 10^{24}$ kg; $R_{Tierra} = 6371$ km

a) El campo gravitatorio es un campo conservativo. Y como todos los campos conservativos tiene una energía potencial asociada. De tal modo que el trabajo efectuado por la fuerza gravitatoria es igual al incremento de energía potencial cambiado de signo. La energía potencial gravitatoria es la energía que posee un cuerpo por estar situado en una posición determinada dentro de un campo gravitatorio. Su unidad es el julio, J.
La energía potencial que nos piden es igual a:

$$Ep = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$$

b) m = 2,1 kg, h = 481,44 km, r = 6852440 m. Deducimos la velocidad orbital igualando la fuerza gravitatoria y la centrípeta.

$$F_g = F_C \;\rightarrow\; \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r} \;\rightarrow\; v = \sqrt{GM/r} = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}/6852440} = 7623\ m/s$$

Como la órbita es circular la velocidad es constante:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \;\rightarrow\; T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 6852440}{7623} = 5648\ s$$

5. a) ¿Qué potencial electrostático crea una carga puntual q en cualquier punto de su entorno? Explica el significado físico del potencial. (1 punto)

b) Dos partículas puntuales de cargas q_1 = 30 μC y q_2 = -20 μC están situadas respectivamente en los puntos de coordenadas (-2a, 0) y (2a,0) con a = 10 cm. Determina el vector campo electrostático (módulo, dirección y sentido) en el punto (0,0). (0,75 puntos)

c) ¿Qué trabajo realiza el campo para, en presencia de las cargas citadas, trasladar una carga puntual q = 0,2 μC desde el punto (0,0) al punto (a,0)? (0,75 puntos)

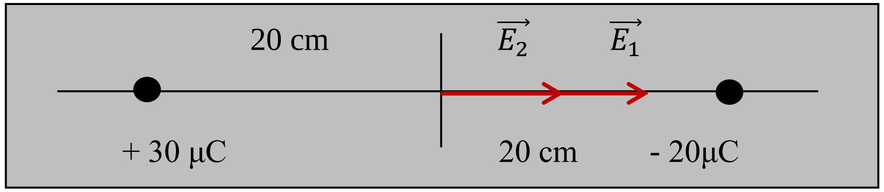
Datos: K= 9 x 10^9 N.m^2C^{-2}, 1μC= 1 x 10^{-6}C

a) El potencial eléctrico es la energía potencial por unidad de carga prueba. Su unidad en el sistema internacional es el J/C. El valor del potencial creado por una carga q, es:

$$V = K \cdot \frac{q}{r}$$

Siendo K, la constante eléctrica y r la distancia que separa el punto considerado de la carga que crea el campo.

b)



$$E_1 = K \cdot \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-6}}{0{,}2^2} = 6{,}75 \cdot 10^6\ N/C \qquad \vec{E_1} = 6{,}75 \cdot 10^6\ \vec{\imath}\, N/C$$

$$E_2 = K \cdot \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-6}}{0{,}2^2} = 4{,}5 \cdot 10^6 \; N/C \qquad \overrightarrow{E_1} = 4{,}5 \cdot 10^6 \, \vec{\imath} \, N/C$$

$$\vec{E} = \overrightarrow{E_1} + \overrightarrow{E_2} = 6{,}75 \cdot 10^6 \, \vec{\imath} \, N/C + 4{,}5 \cdot 10^6 \, \vec{\imath} \, N/C = 1{,}125 \cdot 10^7 \; N/C$$

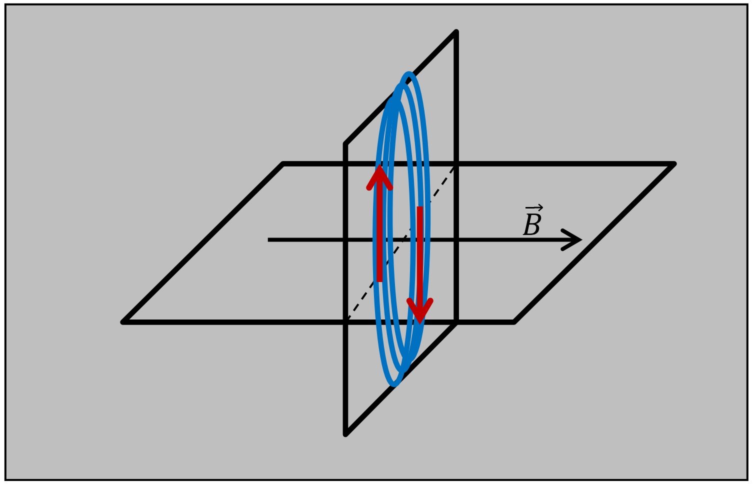
c)

$$V(0{,}0) = V_1 + V_2 = K \cdot \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2}\right) = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{30 \cdot 10^{-6}}{0{,}2} - \frac{20 \cdot 10^{-6}}{0{,}2}\right) = 450000 \; J/C$$

$$V(1{,}0) = V_1 + V_2 = K \cdot \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2}\right) = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{30 \cdot 10^{-6}}{0{,}3} - \frac{20 \cdot 10^{-6}}{0{,}1}\right) = -900000 \; J/C$$

$$W_C = -\Delta Ep = -q \cdot \Delta V = -0{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot (-900000 - 450000) = 0{,}27 \; J$$

6. a) Enuncia y explica las leyes de Faraday y Lenz sobre inducción electromagnética. (1 punto) Disponemos de una bobina circular de N = 200 espiras y radio R = 0,2 m. Atraviesa dicha bobina un campo magnético B = 0,25 T paralelo a su eje, tal como se muestra en la figura.
b) Calcula la fuerza electromotriz (fem) inducida en los extremos de la bobina, cuando durante un intervalo de tiempo Δt = 100 ms y de forma lineal se duplica el campo magnético. Indica en el esquema de la figura el sentido de la corriente inducida y justifica tu respuesta. (1 punto)
c) ¿Cuánto valdrá dicha fem si en el mismo intervalo Δt invertimos el sentido del campo? (0,5 puntos)



a) La fuerza electromotriz inducida en una espira es igual y de signo opuesto a la rapidez con que cambia el flujo magnético que atraviesa dicha espira, por unidad de tiempo.

$$\varepsilon = -d\Phi/dt$$

Para determinar el sentido de la corriente inducida tendremos en cuenta que dicha corriente crea un campo que se opone a la variación de flujo magnético que la ha producido.
Si en vez de una espira hay N espiras, la fuerza electromotriz queda multiplicada por N.

b) Como la variación del campo se hace de forma lineal podemos sustituir los diferenciales por incrementos:

$$\varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \cdot \frac{\Delta(B \cdot S \cdot cos\varphi)}{\Delta t} = -200 \cdot \frac{(0{,}5 - 0{,}25) \cdot \pi \cdot 0{,}2^2 \cdot cos0}{0{,}1} = -62{,}83\ V$$

Como aumenta el flujo hacia la derecha, se crea una corriente inducida en el sentido indicado que origina un campo magnético hacia la izquierda para compensar en parte el aumento de flujo que la ha originado.

c) Si suponemos que el ángulo inicial entre B y S era 0º, después de la inversión es 180º

$$\varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta(B \cdot S \cdot cos\varphi)}{\Delta t} = -N \cdot \frac{B \cdot S}{\Delta t} \cdot (cos180 - cos0) = -200 \cdot \frac{0{,}25 \cdot \pi \cdot 0{,}2^2}{0{,}1}(-1 - 1) = 125{,}66\ V$$

Ahora en este caso el sentido de la corriente sería el contrario.

7. a) Explica en qué consiste el efecto fotoeléctrico. ¿Qué es la frecuencia umbral? (1 punto)
b) La energía de extracción de electrones (función de trabajo) del cobre es 4,7 eV. Calcula la frecuencia umbral para el efecto fotoeléctrico en este metal. Si se ilumina con luz de 240 nm de longitud de onda, ¿cuál será el potencial de frenado de los electrones arrancados? (1,5 puntos)
Datos: Constante de Planck h = 6,63 x 10^{-34} J s; carga del electrón e = 1,60 x 10^{-19} C; 1 eV = 1,60 x 10^{-19} J; velocidad de la luz en el vacío c = 3,00 x 10^{8} m/s; 1 nm = 10^{-9} m

a) El efecto consiste en la emisión de electrones de la superficie de un metal cuando incide sobre ella luz que tiene una energía mínima. A esa energía mínima se le llama trabajo de extracción y a la frecuencia correspondiente, frecuencia umbral. La energía sobrante a los fotones incidentes se traduce en energía cinética de los fotoelectrones emitidos. Si la frecuencia de la luz es inferior a la frecuencia umbral no se produce el efecto foto eléctrico. Si aumenta la intensidad de la luz se incrementa el número de fotoelectrones emitidos pero no su energía cinética. Se cumple la ecuación de Einstein.

$$E = h \cdot f = W_0 + Ec = h \cdot f_0 + Ec$$

b)

$$W_0 = 4{,}7\ eV = 4{,}7 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} J = 7{,}52 \cdot 10^{-19} J \qquad f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{7{,}52 \cdot 10^{-19}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = \boxed{1{,}13 \cdot 10^{15}\ Hz}$$

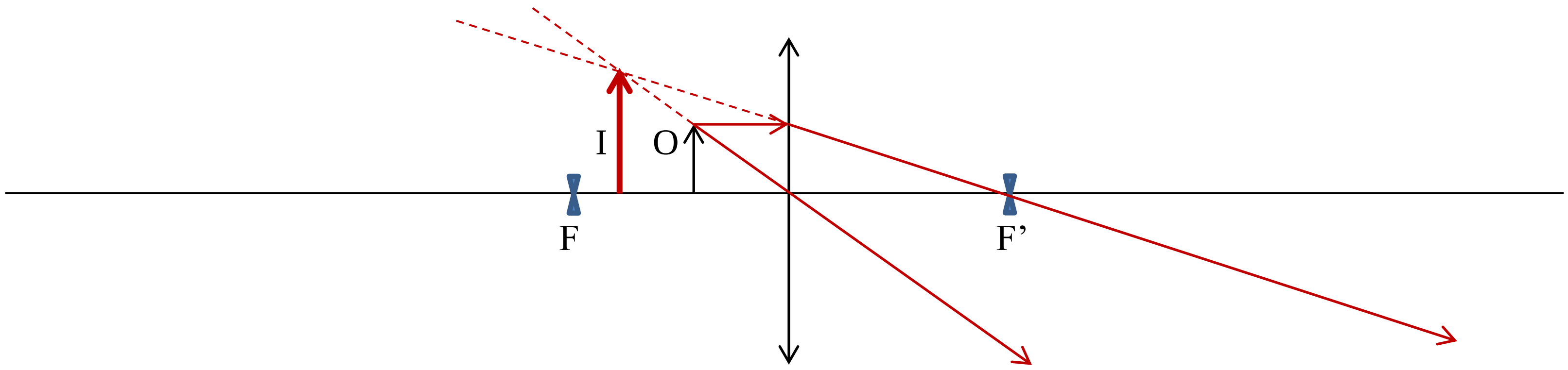
$$E = W_0 + Ec \qquad Ec = E - W_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W_0 = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{240 \cdot 10^{-9}} - 7{,}52 \cdot 10^{-19} = 7{,}675 \cdot 10^{-20} J$$

$$\Delta Ec + \Delta Ep = 0 \ \rightarrow \ 0 - Ec = -q \cdot \Delta V \qquad - 7{,}675 \cdot 10^{-20} = -(-1{,}6 \cdot 10^{-19}) \cdot \Delta V = 0$$

$$\Delta V = \frac{-7{,}675 \cdot 10^{-20}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = \boxed{-0{,}48\ V}$$

8. a) Características de las lentes convergentes y divergentes. Mediante una interpretación gráfica indica en qué posición debe colocarse un objeto delante de una lente convergente para producir una imagen virtual. (1 punto) Se desea proyectar sobre una pantalla la imagen de una diapositiva empleando una lente delgada convergente de focal f' = 5 cm de forma que la imagen se proyecte invertida y con un tamaño 30 veces mayor que el de la diapositiva.
b) Calcula las distancias diapositiva-lente y lente-pantalla. (1 punto)
c) Dibuja un trazado de rayos que explique gráficamente este proceso de formación de la imagen. (0,5 puntos)

a) Las lentes convergentes son más gruesas por el centro que por los extremos. Provocan que los rayos de luz paralelos al eje óptico que las atraviesan se acerquen a dicho eje.
Las lentes divergentes son más delgadas por el centro que por los extremos. Provocan que los rayos de luz paralelos al eje óptico que las atraviesan se alejen de dicho eje.
Para que una lente convergente cree una imagen virtual debemos colocar el objeto entre el foco y la lente.

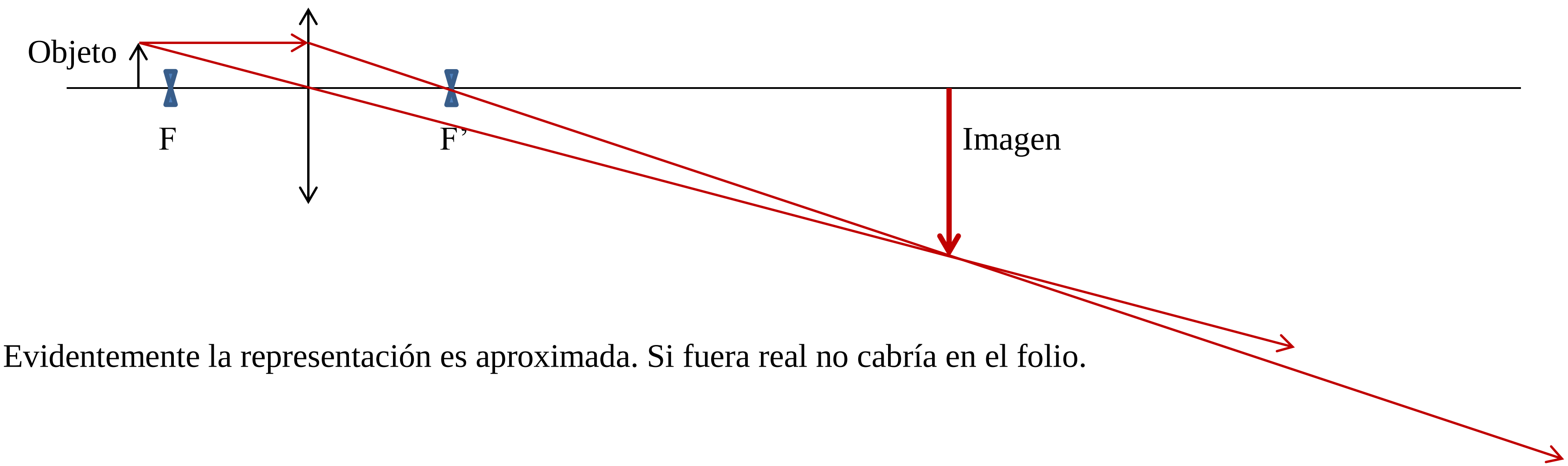


b) f’ = 5 cm, y’ = - 30 y s? s’?

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \qquad \frac{1}{5} = \frac{s - s'}{s \cdot s'} \qquad 5 = \frac{s \cdot s'}{s - s'}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \qquad -\frac{30y}{y} = -30 = \frac{s'}{s} \qquad s' = -30s \qquad 5 = \frac{s \cdot (-30s)}{s - (-30s)} = \frac{-30s^2}{31s} = \frac{-30s}{31} \qquad s = -\frac{5 \cdot 31}{30} = -5{,}17\ cm$$

$$s' = -30 \cdot (-5{,}17) = 155{,}1\ cm$$



Evidentemente la representación es aproximada. Si fuera real no cabría en el folio.