



FÍSICA

Opción A

1. Un satélite gira en órbita circular alrededor de la Tierra a 30000 km de distancia de su centro. Si hubiese otro satélite girando también en órbita circular, con la mitad de la velocidad que el anterior pero alrededor de Plutón:
- ¿A qué distancia del centro de Plutón estaría situado? (0,75 puntos)
 - ¿Cuál sería la relación entre los periodos de ambos satélites? (0,75 puntos)
- Datos: La masa de Plutón es aproximadamente el 2% de la masa de la Tierra.

Solución:

- a) Igualando la fuerza de atracción gravitatoria y la fuerza centrípeta primero para la Tierra de masa M y luego para Plutón de masa $0,02 M$ (tener en cuenta que la velocidad de cada satélite es v y $v/2$ respectivamente):

$$\frac{m \cdot v^2}{R} = G \frac{Mm}{R^2}$$

$$\frac{m \cdot (\frac{v}{2})^2}{R_p} = G \frac{0,02Mm}{R_p^2}$$

Despejando en ambas ecuaciones el radio orbital:

$$R = G \frac{M}{v^2}$$

$$R_p = 4G \frac{0,02M}{v^2}$$

Dividiendo ambas ecuaciones y despejando el radio de la órbita en Plutón (R_p)

$$\frac{R}{R_p} = \frac{1}{0,08}$$
$$R_p = 0,08 \cdot R = 2400 \text{ km} = 2,4 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

Otras posibilidades de resolución son también aceptadas.

- b) Dado que la velocidad angular está relacionada con el radio y el periodo en ambos casos:

$$v = \frac{2\pi}{T} \cdot R$$
$$\frac{v}{2} = \frac{2\pi}{T_p} \cdot R_p$$

Dividiendo ambas expresiones y teniendo en cuenta la relación calculada entre los radios:

$$2 = \frac{T_p}{T} \cdot \frac{R}{R_p} = \frac{T_p}{T} \cdot \frac{R}{0,08R} \text{ por lo que } T_p = 0,16 T$$



2. Responda a las siguientes cuestiones:

- ¿Con qué fuerza se atraen dos conductores paralelos de 1 metro de longitud por los que circulan corrientes de intensidad 2 y 5 A si la distancia entre ellos es de 5 cm? Razone el sentido de las corrientes. (1,5 puntos).
- Dos cargas eléctricas distantes 9 cm, una $3q$ y la otra $-q$, se atraen con una fuerza de 5 N. Calcule el valor de sus cargas e indique el valor del potencial en el centro del segmento que las une (1,5 puntos)

$$\text{Datos: } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ NA}^{-2}; k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$$

Solución:

a) Cada uno de los conductores genera un campo magnético B:

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi d}$$

Y:

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi d}$$

La fuerza viene dada por $F = I_1 l B_2 = I_2 l B_1$

Por tanto la fuerza entre los conductores será:

$$F = \frac{\mu_0 \cdot l \cdot I_1 I_2}{2\pi d}$$

$$F = 4 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

Para que los conductores se atraigan el sentido de las intensidades tiene que ser el mismo.

b) La fuerza entre las cargas viene dada por la ley de Coulomb:

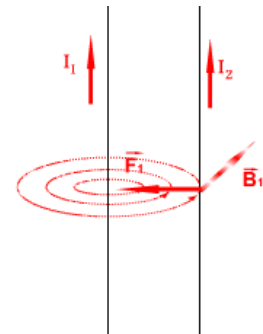
$$F = 5 \text{ N} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{3q^2}{(0,09)^2 \text{ m}}$$

Despejando se obtiene que $q = 1,22 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

Las cargas eléctricas tienen un valor de $-1,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $+3,6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, respectivamente

Para calcular el potencial sumamos los potenciales debidos a cada carga:

$$V = V_1 + V_2 = k \cdot \left(\frac{3q}{0,045} - \frac{q}{0,045} \right) = 4,88 \cdot 10^5 \text{ V}$$





3. Una onda transversal se propaga a lo largo de un hilo en el sentido positivo del eje OX. La distancia mínima entre dos puntos en fase es de 2 mm. El foco emisor, situado en el extremo del hilo ($x=0$), oscila con una amplitud de 3 mm y una frecuencia de 25 Hz. Determine:
- Velocidad de propagación de la onda. (0,5 puntos)
 - Frecuencia angular o pulsación. (0,5 puntos)
 - Número de onda. (0,5 puntos)
 - Ecuación de la elongación en función de la posición y el tiempo, sabiendo que en el instante inicial y en el origen de la onda, dicha elongación es nula. (0,5 puntos)
 - Represente gráficamente la elongación en el extremo del hilo en función del tiempo. (0,5 puntos)
 - Velocidad máxima en un punto del hilo. (0,5 puntos)
 - Aceleración máxima de un punto del hilo. (0,5 puntos)

Solución:

- a) La longitud de onda es de $\lambda = 2 \text{ mm} = 0,002 \text{ m}$
La amplitud de $A = 0,003 \text{ m}$ y la frecuencia $f = 25 \text{ Hz}$
Por tanto, la velocidad de propagación de la onda $v = \lambda f = 0,002 \text{ m} \cdot 25 \text{ Hz} = 0,05 \text{ m/s}$

- b) La frecuencia angular viene dada por la expresión:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 25 = 50\pi \text{ rad/s}$$

- c) El número de onda viene dado por:

$$k = 2\pi/\lambda = 2\pi/0,002 = 1000\pi \text{ m}^{-1}$$

- d) La ecuación de la elongación de cualquier punto del hilo viene dada por:

$$y = A \cdot \text{sen}(\omega t - k \cdot x + \varphi_0)$$

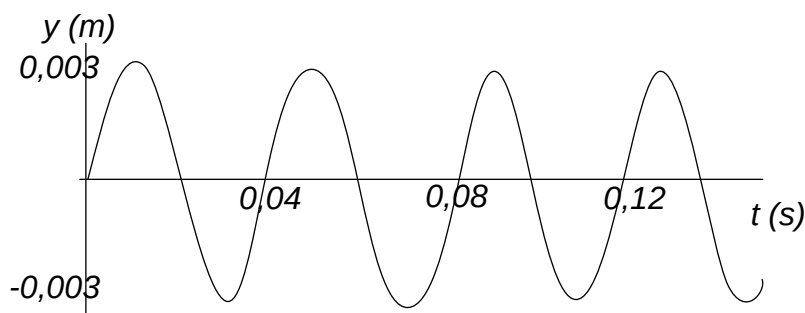
Teniendo en cuenta las condiciones iniciales podemos deducir que:

$$0 = 0,003 \cdot \text{sen}(\varphi_0) \text{ (m)}$$

Por tanto, la fase inicial será cero y la ecuación de la elongación de cualquier punto:

$$y(x, t) = 0,003 \cdot \text{sen}(50\pi t - 1000\pi x) \text{ (m)}$$

- e) La gráfica correspondiente será:



- f) La velocidad de un punto del hilo se calcula derivando respecto del tiempo la ecuación de la elongación y su valor es: $v = A\omega \cdot \cos(\omega t - k \cdot x)$ Su valor máximo será cuando el coseno tome el valor absoluto de 1 es decir, $v_{\max} = A\omega = 0,003 \cdot 50\pi = 0,15\pi = 0,47 \text{ m/s}$

- g) Para calcular la aceleración se deriva la velocidad respecto del tiempo:

$$a = -A \cdot \omega^2 \text{sen}(\omega t - k \cdot x)$$

Su valor máximo cuando la función seno tome el valor absoluto igual a 1:

$$a_{\max} = A \cdot \omega^2 = 0,003 \cdot (50\pi)^2 = 74 \text{ m/s}^2$$



4. Se dispone inicialmente de una muestra radiactiva que contiene 1 mol de átomos de ^{224}Ra , cuyo período de semidesintegración es de 3,64 días. Calcule:
- la constante de desintegración radiactiva del ^{224}Ra y la actividad inicial de la muestra en Bq. (1 punto)
 - el número de átomos de ^{224}Ra en la muestra al cabo de 30 días. (1 punto)

Dato: Número de Avogadro = $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos/mol

Solución:

- a) Teniendo en cuenta el valor del periodo de semidesintegración:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Podemos calcular el valor de la constante de desintegración radiactiva para el Ra:

$$\lambda = 0,19 \text{ días}^{-1} = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

$$A = \lambda N = 2,2 \cdot 10^{-6} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,3 \cdot 10^{18} \text{ Bq}$$

- b) Los átomos que quedan a los 30 días:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot e^{-0,19 \cdot 30} = 2,01 \cdot 10^{21} \text{ átomos}$$



Opción B

1. Un satélite artificial de comunicaciones, de 500 kg de masa, describe una órbita circular de 9000 km de radio en torno a la Tierra.
 - a. Calcule su energía en esa órbita. (0,5 puntos)
 - b. En un momento dado, se decide variar el radio de su órbita, para lo cual enciende uno de los cohetes propulsores del satélite, comunicándole un impulso tangente a su trayectoria antigua. Si el radio de la nueva órbita descrita por el satélite, en torno a la Tierra, es de 13000 km, calcule el trabajo de los motores en el proceso. (0,5 puntos)
 - c. Determine el periodo de la nueva órbita. (0.5 puntos)

Datos: Radio de la Tierra = 6380 km; $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$

Solución:

- a) La fuerza centrípeta es la fuerza de atracción gravitatoria:

$$F_G = G \cdot \frac{Mm}{R^2}$$

$$F_C = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

Igualándolas se deduce que:

$$\frac{1}{2} G \cdot \frac{Mm}{R} = \frac{m \cdot v^2}{2} = E_c$$

La energía potencial:

$$E_p = -G \cdot \frac{Mm}{R}$$

La energía mecánica será la suma de la energía cinética y potencial:

$$E_{m1} = -\frac{1}{2} G \cdot \frac{Mm}{R} = -\frac{1}{2} G \cdot \frac{Mm}{R_T^2 \cdot R} \cdot R_T^2 = -\frac{1}{2} g_0 \cdot \frac{m \cdot R_T^2}{R} = -1,11 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

- b) La energía mecánica en la segunda órbita será:

$$E_{m2} = -\frac{1}{2} g_0 \cdot \frac{m \cdot R_T^2}{R'} = -7,67 \cdot 10^9 \text{ J}$$

El trabajo realizado por los motores:

$$W = E_{m2} - E_{m1} = 3,43 \cdot 10^9 \text{ J}$$

- c) Para calcular el periodo se puede igualar la fuerza centrípeta y la fuerza de atracción gravitatoria:

$$G \cdot \frac{Mm}{R^2} = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

$$\frac{G \cdot M}{R} = \frac{4 \cdot \pi^2 R^2}{T^2}$$

Despejamos el periodo:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{gR_T^2}} = 14745 \text{ s}$$



2. Una carga eléctrica $5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ se mueve horizontalmente y perpendicular a un campo magnético de $-5 \cdot 10^{-3} \vec{j} \text{ T}$ con velocidad de $5 \cdot 10^6 \vec{i} \text{ m/s}$.
- Calcule la trayectoria que tendría si su masa es 5 ng . (1.5 puntos)
 - ¿Qué campo eléctrico debería actuar, en qué dirección y con qué sentido para que la carga siguiera con trayectoria rectilínea? (1.5 puntos)

Solución:

Una carga que se mueve en el seno de un campo magnético sufre la acción de una fuerza cuyo valor viene dado por la expresión:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

La fuerza vendrá dada por:

$$\vec{F} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ C} \cdot 5 \cdot 10^6 \vec{i} \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 5 \cdot 10^{-3} \text{ T} (-\vec{j}) = -125 \cdot 10^{-6} \text{ N } \vec{k} = -1,25 \cdot 10^{-4} \text{ N } \vec{k}$$

Esto provocará que la trayectoria, al ser la fuerza perpendicular a la velocidad, sea una circunferencia cuyo radio viene dado por:

$$q \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

De donde R será:

$$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{5 \cdot 10^{-12} \text{ kg} \cdot 5 \cdot \frac{10^6 \text{ m}}{\text{s}}}{5 \cdot 10^{-9} \text{ C} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = 10^6 \text{ m}$$

Para que siga moviéndose en línea recta el campo eléctrico tiene que tener sentido contrario a la fuerza del campo magnético puesto que la carga es positiva.

$$q \vec{v} \times \vec{B} = -q \vec{E}$$

El valor de este campo sería pues:

$$\vec{E} = 25000 \vec{k} \left(\frac{\text{N}}{\text{C}} \right)$$



3. Un haz de luz roja con frecuencia $f = 4,6 \cdot 10^{14}$ Hz se mueve por el agua, donde el índice de refracción es $n=1,3$, e incide sobre una superficie de separación agua-aire formando un ángulo de 45° con la normal a dicha superficie. Calcule:

- La velocidad de propagación de la onda en el agua (1 punto).
- La longitud de onda en ambos medios (en el agua (0,5 puntos) y en el aire (0,25 puntos)).
- Si las longitudes de onda calculadas proporcionan distintos valores, ¿significa esto que al cambiar de medio la luz cambia de color? Justifique la respuesta. (0,25 puntos)
- El ángulo de refracción (1 punto).
- El ángulo límite. (0,5 puntos)

Datos: Velocidad de la luz en aire, $c=3 \cdot 10^8$ m/s; índice de refracción del aire, $n_{\text{aire}}=1$.

Solución:

a) $n = c/v = 1,3$ por lo que $v = c/1,3 = 2,31 \cdot 10^8$ m/s

b) $\lambda_{\text{aire}} = c / f = 3 \cdot 10^8 / 4,6 \cdot 10^{14} = 6,52 \cdot 10^{-7}$ m

Se puede calcular de dos formas la longitud de onda en el agua: la mejor sería utilizar el valor del índice de refracción, dado que la frecuencia permanece constante:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_{\text{aire}} \cdot f}{\lambda_{\text{agua}} \cdot f} = \frac{\lambda_{\text{aire}}}{\lambda_{\text{agua}}} = 1,3$$

Conocido el valor de la longitud de onda en el aire se puede despejar el de la longitud de onda en el agua que resulta ser de $5,02 \cdot 10^{-7}$ m.

$$\lambda_{\text{agua}} = v / f = 2,31 \cdot 10^8 / 4,6 \cdot 10^{14} = 5,02 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

- El color viene dado por la frecuencia y ésta permanece constante aunque el medio en que se propaga la onda cambie. Por tanto, el color sigue siendo el mismo.
- Aplicamos la ley de Snell:

$$n_{\text{agua}} \cdot \text{sen } i = n_{\text{aire}} \cdot \text{sen } r$$

Dado que el índice de refracción en el aire es 1:

$$\text{sen } r = 1,3 \cdot \text{sen } 45$$

De donde se deduce que $r = 66^\circ 48' 54'' = 66,815^\circ$

- El ángulo límite es aquel que hace que el rayo incidente no salga del medio del que procede, dicho en otras palabras, el ángulo de refracción vale 90°

$$n_{\text{agua}} \cdot \text{sen } l = n_{\text{aire}} \cdot \text{sen } 90$$

Es decir que el ángulo límite sería:

$$\text{sen } l = \frac{n_{\text{aire}}}{n_{\text{agua}}} = 0,7692$$

Por lo que el ángulo límite sería: $50,285^\circ$ o $50^\circ 17' 6''$



4. La energía mínima necesaria para extraer un electrón del sodio es de 2,3 eV.
- Explique si se producirá el efecto fotoeléctrico cuando se ilumina una lámina de sodio con luz roja de longitud de onda 680 nm y con luz azul de longitud de onda: 360 nm. (1 punto)
 - Indique el valor de la energía cinética máxima de los electrones extraídos. (0.5 puntos)
 - Calcule el valor del potencial de frenado de los mismos. (0.5 puntos)

Datos: Constante de Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ Valor absoluto de la carga del electrón: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Solución:

En primer lugar calculamos en J el trabajo de extracción:

$$W_0 = 2,3 \text{ eV} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ e}} \cdot \frac{1 \text{ J/C}}{1 \text{ V}} = 3,68 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

- a) Calculamos el valor de la energía de un fotón de la radiación roja

$$h \cdot f = h \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{6,80 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 2,925 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Como se ve es inferior al trabajo de extracción. No se produce el efecto fotoeléctrico.

- b) La de un fotón de luz azul

$$h \cdot f = h \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{3,60 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 5,525 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

En este caso sí se produce el efecto fotoeléctrico

- c) La energía cinética máxima de los electrones extraídos:

$$E_{Cmax} = hf - W_0 = 5,525 \cdot 10^{-19} \text{ J} - 3,68 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,85 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

- d) El potencial de frenado:

$$V = \frac{1,85 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 1,16 \text{ V}$$