



FÍSICA

OPCIÓN A

1. Se envía a Marte en un cohete un vehículo explorador cuyo peso en la Tierra es de 6860 N. Calcule:
- La aceleración de la gravedad en la superficie de Marte. (0.75 puntos)
 - El peso del vehículo en la superficie de Marte. (0.75 puntos)

Datos: $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; $R_T = 6370 \text{ km}$, $M_T = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R_M = 3400 \text{ km}$, $M_M = 6.42 \times 10^{23} \text{ kg}$

SOLUCIÓN

a.
$$g_M = \frac{GM_M}{R_M^2} \quad \text{p} \quad g_M = 3.7 \text{ m/s}^2$$

b.

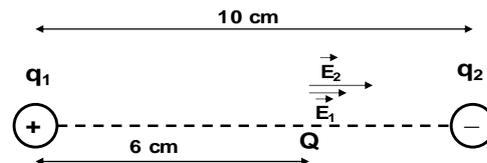
$$g_T = \frac{GM_T}{R_T^2} = 9.8 \text{ m/s}^2$$
$$P_T = 700 \text{ kg} \quad m = \frac{P_T}{g_T} = \frac{6860}{9.8} \quad \text{p} \quad m = 700 \text{ kg} \quad P_M = mg_M \quad \text{p} \quad P_M = 2593 \text{ N}$$



2. Un dipolo está formado por dos cargas puntuales, $q_1 = +12 \text{ nC}$ y $q_2 = -12 \text{ nC}$, situadas a una distancia mutua de 10 cm. Calcule en un punto Q localizado entre las dos cargas y a una distancia de 6 cm respecto de la carga positiva:
- El módulo, la dirección y el sentido del campo eléctrico creado por el dipolo. (1 punto)
 - El potencial eléctrico creado por el dipolo. (1 punto)
 - El módulo, la dirección y el sentido de la fuerza ejercida sobre una tercera carga puntual $q = +2 \text{ } \mu\text{C}$ situada en ese punto. (1 punto)

Dato: $K = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

SOLUCIÓN



a.

$$\vec{E}_Q = \vec{E}_{2Q} + \vec{E}_{1Q} \Rightarrow E_Q = E_{1Q} + E_{2Q} \text{ (en sentido hacia la carga negativa)}$$

$$\begin{aligned} |q_1| = |q_2| = q &\Rightarrow E_Q = Kq \left(\frac{1}{(6 \times 10^{-2})^2} + \frac{1}{(4 \times 10^{-2})^2} \right) \\ &= \frac{9 \times 10^9 \times 12 \times 10^{-9}}{10^{-4}} \times \left(\frac{1}{36} + \frac{1}{16} \right) \end{aligned}$$

$$E_Q = 9.8 \times 10^4 \text{ N/C}$$

b.

$$V_Q = V_{1Q} + V_{2Q} = Kq \left(\frac{1}{(6 \times 10^{-2})} - \frac{1}{(4 \times 10^{-2})} \right) = \frac{9 \times 10^9 \times 12 \times 10^{-9}}{10^{-2}} \times \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{4} \right)$$

$$V_Q = -900 \text{ V}$$

c.

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

la carga es positiva luego la fuerza tendrá la misma dirección y sentido que el campo eléctrico en ese punto

$$F = qE_Q = 2 \times 10^{-6} \times 9.8 \times 10^4 = 0.2 \text{ N}$$



3. Una cuerda larga y tensa tiene uno de sus extremos fijo a una pared. El otro extremo lo agarra una persona proporcionándole un movimiento vertical sinusoidal con una frecuencia de 2 Hz y una amplitud de 7.5 cm. La velocidad de propagación de la onda a lo largo de la cuerda es $v = 12$ m/s. En el instante inicial, $t = 0$, el extremo sujetado por la persona está en la posición de máximo desplazamiento vertical positivo e instantáneamente en reposo. Asumimos que no existen ondas propagándose desde el extremo fijo de la cuerda ni amortiguación debida al rozamiento con el aire.
- Calcule y exprese en unidades del Sistema Internacional la amplitud de la onda, la frecuencia angular, el periodo, la longitud de onda y el número de onda. (1.5 puntos)
 - Escriba una ecuación que describa la onda. (1 punto)
 - Encuentre la relación entre la energía que transporta la onda en la cuerda y la que transportaría otra onda en la misma cuerda con la mitad de amplitud e igual frecuencia. (1 punto)

SOLUCIÓN

- a. Llamamos f a la frecuencia para no confundirla con la velocidad, v .

$$A = 7.5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 2 = 4\pi \text{ rad/s} = 12.6 \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{12}{2} = 6 \text{ m}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3} = 1.05 \text{ rad/m}$$

- b. Dos opciones, usando el coseno o el seno:

$$y(x, t) = A \cos(kx - \omega t + \phi_0) = 7.5 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{3}x - 4\pi t + \phi_0\right)$$

$$y(0,0) = 7.5 \times 10^{-2} \text{ m}; \quad v(0,0) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow \cos(\phi_0) = 1 \Rightarrow \phi_0 = 0$$

$$y(x, t) = 7.5 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{3}x - 4\pi t\right)$$

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi_0) = 7.5 \times 10^{-2} \sin\left(\frac{\pi}{3}x - 4\pi t + \phi_0\right)$$

$$y(0,0) = 7.5 \times 10^{-2} \text{ m}; \quad v(0,0) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow \sin(\phi_0) = 0 \Rightarrow \phi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$y(x, t) = 7.5 \times 10^{-2} \sin\left(\frac{\pi}{3}x - 4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

- c. La energía que transporta la onda es proporcional a $(fA)^2$:

$$E = cte \times f^2 A^2 \Rightarrow E_1 = cte \times f_1^2 A_1^2 \quad E_2 = cte \times f_2^2 A_2^2$$

$$f_1 = f_2 = f \quad A_2 = \frac{A_1}{2} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{f^2 A_1^2}{f^2 A_2^2} = \frac{4A_1^2}{A_1^2} = 4 \Rightarrow E_1 = 4E_2$$



4. La difracción de electrones permite investigar la estructura cristalina de los materiales. En un experimento de difracción de electrones, un haz de electrones acelerados mediante un potencial de 54 V incide sobre un material. Si se considera que los electrones poseen una energía cinética despreciable antes de ser acelerados:
- Calcule la longitud de onda de los electrones que inciden sobre el material objeto de estudio. (1.5 puntos)
 - Compare la longitud de onda de los electrones anteriores con la longitud de onda de De Broglie asociada a una partícula de $2 \mu\text{g}$ de masa con la misma velocidad que dichos electrones. (0.5 puntos)

$$\text{Datos: } |q_e| = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C; } m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg; } h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

SOLUCIÓN

a.

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = |q_e| \Delta V \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2|q_e| \Delta V}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 54}{9.1 \times 10^{-31}}} = 4.36 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$\lambda_e = \frac{h}{m_e v} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 4.36 \times 10^6} \Rightarrow \lambda_e = 1.7 \times 10^{-10} \text{ m}$$

b.

$$\lambda_{particula} = \frac{h}{m_{particula} v} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 10^{-6} \times 4.36 \times 10^6} \Rightarrow \lambda_{particula} = 0.76 \times 10^{-34} \text{ m}$$

La longitud de onda de la partícula es 24 órdenes de magnitud inferior a la de los electrones.



OPCIÓN B

1. Un satélite para estudiar el clima se encuentra a una distancia de 705 km sobre la superficie de la Tierra describiendo una órbita circular. Calcule:
- ¿A qué velocidad se desplaza el satélite? (0.75 puntos)
 - ¿A qué distancia sobre la superficie de la Tierra debería situarse para que fuera un satélite geoestacionario? (0.75 puntos)

Datos: $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; $R_T = 6370 \text{ km}$; $M_T = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$

SOLUCIÓN

a.

$$F_G = F_C \Rightarrow \frac{GM_T m}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}} \Rightarrow v = 7500 \text{ m/s}$$

$(r = R_T + 705 \text{ km})$

b.

$$\omega r = \sqrt{\frac{GM_T}{r}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{GM_T}{r^3}} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{GM_T}{r^3}} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{GM_T T^2}{4\pi^2}} \Rightarrow r = 4.23 \times 10^7 \text{ m}$$
$$h = r - R_T \Rightarrow h = 3.59 \times 10^7 \text{ m}$$



2. Un electrón es acelerado mediante una diferencia de potencial de 150 V y entra en una región en la que se aplican un campo eléctrico y un campo magnético constantes, mutuamente perpendiculares y a su vez perpendiculares a la trayectoria del electrón. La magnitud del campo eléctrico es de 6×10^6 N/C.
- Suponiendo despreciable la velocidad del electrón antes de ser acelerado, calcule la energía del electrón cuando entra en dicha región en unidades del Sistema Internacional. (0.5 puntos)
 - La intensidad de campo magnético necesaria para que el electrón atraviese esa región sin modificar su trayectoria. (1.5 puntos)
 - Cuando la partícula acelerada es un protón entra en la región con la misma velocidad que el electrón y en este caso el campo magnético que se aplica es de 1.2×10^{-4} T ¿Cómo se debe modificar el campo eléctrico para que el protón siga una trayectoria rectilínea? (1 punto)

Datos: $|q_e| = -1.6 \times 10^{-19}$ C; $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg; $m_p = 1.7 \times 10^{-27}$ kg

SOLUCIÓN

a.

$$E_p = q_e V = 1.6 \times 10^{-19} \times 150 = 2.4 \times 10^{-17} \text{ J}$$

b.

$$\sum F = 0 \Rightarrow F_E = F_M \Rightarrow q_e E = q_e v B \Rightarrow B = \frac{E}{v}$$

$$E_p = E_c \Rightarrow q_e V = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2q_e V}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 150}{9.1 \times 10^{-31}}} = 7.27 \times 10^6 \text{ m/s}$$

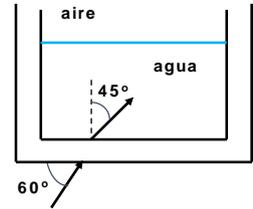
$$B = \frac{E}{v} = \frac{6 \times 10^6}{7.27 \times 10^6} = 0.83 \text{ T}$$

c.

$$E = vB = 1.2 \times 10^{-4} \times 7.27 \times 10^6 = 872.4 \text{ N/C}$$



3. La base de un recipiente cilíndrico que contiene agua está fabricada con un material transparente de 1 cm de espesor. El recipiente se encuentra abierto al aire en su parte superior. Un rayo de luz que incide sobre la base del recipiente con un ángulo de 60° respecto a la horizontal atraviesa la base del recipiente, sufre una desviación horizontal de 0.5 cm y penetra en el agua formando un ángulo de 45° respecto a la normal.
- Calcule el índice de refracción del material. (1.5 puntos)
 - Justifique si la luz viaja a mayor velocidad en el agua o en el material. (0.5 puntos)
 - Calcule el ángulo respecto a la normal que forma el rayo de luz en el aire cuando ha atravesado la capa de agua. (1 punto)
 - Justifique desde qué medio, el agua o el aire, debe incidir un rayo de luz monocromática para que se produzca reflexión total. (0.5 puntos)



Datos: $n_{\text{agua}} = 1.33$; $n_{\text{aire}} = 1.00$

SOLUCIÓN

a.

$$n_{\text{aire}} \operatorname{sen}(30^\circ) = n_{\text{material}} \operatorname{sen}(\hat{r}) \quad \operatorname{tg}(\hat{r}) = \frac{0.5}{1} \Rightarrow \hat{r} = 26^\circ 33'$$

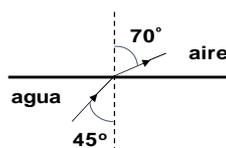
$$n_{\text{material}} = \frac{\operatorname{sen}(30^\circ)}{\operatorname{sen}(26^\circ 33')} \Rightarrow n_{\text{material}} = 1.12$$

b. $n = c/v$ $n_{\text{agua}} > n_{\text{material}}; \Rightarrow v_{\text{agua}} < v_{\text{material}}$

La luz viaja a mayor velocidad en el material que en el agua

c.

$$n_{\text{agua}} \operatorname{sen}(45^\circ) = n_{\text{aire}} \operatorname{sen}(\hat{r}_2) \Rightarrow \operatorname{sen}(\hat{r}_2) = \frac{n_{\text{agua}}}{n_{\text{aire}}} \times \operatorname{sen}(45^\circ) = \frac{1.33}{1} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \hat{r}_2 = 70^\circ$$



- d. El rayo de luz monocromática debe incidir desde un medio de mayor índice de refracción (menor velocidad de la luz) a uno de menor índice de refracción (mayor velocidad de la luz), para que exista un ángulo de incidencia límite, tal que,

$$\operatorname{sen}(\hat{l}) = \frac{n_{2^\circ \text{ medio}}}{n_{3^\circ \text{ medio}}}$$

De esta forma, la luz no se refracta en la superficie de separación de ambos medios y así se producirá reflexión total en el primer medio.



4. El isótopo ^{57}Co , por captura de un electrón, decae a ^{57}Fe con un período de semidesintegración de 272 días. El núcleo de ^{57}Fe se produce en un estado excitado y casi instantáneamente emite rayos gamma que pueden ser detectados. Calcule para una muestra radiactiva de ^{57}Co :
- La vida media y la constante de desintegración radiactiva del ^{57}Co . (1 punto)
 - El número de moles del isótopo ^{57}Co en la muestra si la actividad inicial es de 7.1×10^{16} Bq (1 punto)

Dato: $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ átomos \cdot mol $^{-1}$

SOLUCIÓN

- a. Es conveniente en primer lugar convertir el período de semidesintegración a segundos y luego calcular la vida media, τ y la constante de desintegración, λ :

$$\tau = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{272 \times 86400}{0.693} \Rightarrow \tau = 3.39 \times 10^7 \text{ s} = 392.5 \text{ días}$$

$$\lambda = \frac{1}{\tau} = 2.95 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$$

-
- b. En primer lugar se debe calcular el número de núcleos, N , a partir de la actividad inicial, A , para luego obtener el número de moles:

$$A = \lambda N \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda} = \frac{7.1 \times 10^{16}}{2.95 \times 10^{-8}} = 2.41 \times 10^{24} \text{ núcleos}$$

$$n^\circ \text{ de moles} = \frac{N}{N_A} = 4 \text{ moles}$$