



INSTRUCCIONES GENERALES Y VALORACIÓN

La prueba consta de dos partes:

La **primera parte** consiste en un conjunto de cinco cuestiones de tipo teórico, conceptual o teórico-práctico, de las cuales el alumno debe responder solamente a tres.

La **segunda parte** consiste en dos repertorios A y B, cada uno de ellos constituido por dos problemas. El alumno debe optar por uno de los dos repertorios y resolver los dos problemas del mismo. (El alumno podrá hacer uso de calculadora científica no programable).

TIEMPO: Una hora treinta minutos.

CALIFICACIÓN: Cada cuestión debidamente justificada y razonada con la solución correcta se calificará con un máximo de 2 puntos.

Cada problema debidamente planteado y desarrollado con la solución correcta se calificará con un máximo de 2 puntos.

En aquellas cuestiones y problemas que consten de varios apartados, la calificación será la misma para todos ellos, salvo indicación expresa en los enunciados.

Primera parte

Cuestión 1.- Llamando g_0 y V_0 a la intensidad de campo gravitatorio y al potencial gravitatorio en la superficie terrestre respectivamente, determine en función del radio de la Tierra:

- La altura sobre la superficie terrestre a la cual la intensidad de campo gravitatorio es $g_0/2$.
- La altura sobre la superficie terrestre a la cual el potencial gravitatorio es $V_0/2$.

Cuestión 2.- Una onda sonora que se propaga en el aire tiene una frecuencia de 260 Hz.

- Describa la naturaleza de la onda sonora e indique cuál es la dirección en la que tiene lugar la perturbación, respecto a la dirección de propagación.
- Calcule el periodo de esta onda y su longitud de onda.

Datos: velocidad del sonido en el aire $v = 340 \text{ m s}^{-1}$.

Cuestión 3.- Una carga puntual de valor Q ocupa la posición $(0,0)$ del plano XY en el vacío. En un punto A del eje X el potencial es $V = -120 \text{ V}$ y el campo eléctrico es $\vec{E} = -80 \vec{i} \text{ N/C}$, siendo \vec{i} el vector unitario en el sentido positivo del eje X. Si las coordenadas están dadas en metros, calcule:

- La posición del punto A y el valor de Q .
- El trabajo necesario para llevar un electrón desde el punto B $(2,2)$ hasta el punto A.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante de la ley de Coulomb en el vacío $K = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

Cuestión 4.- Explique dónde debe estar situado un objeto respecto a una lente delgada para obtener una imagen virtual y derecha:

- Si la lente es convergente.
- Si la lente es divergente.

Realice en ambos casos las construcciones geométricas e indique si la imagen es mayor o menor que el objeto.

Cuestión 5.- Calcule en los dos casos siguientes la diferencia de potencial con que debe ser acelerado un protón que parte del reposo para que después de atravesar dicho potencial:

- El momento lineal del protón sea $10^{-21} \text{ kg m s}^{-1}$.
- La longitud de onda de De Broglie asociada al protón sea $5 \times 10^{-13} \text{ m}$.

Datos: Carga del protón $q_p = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; Masa del protón $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.

Segunda parte

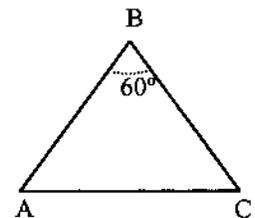
REPERTORIO A

Problema 1.- Un satélite artificial describe una órbita circular alrededor de la Tierra. En esta órbita la energía mecánica del satélite es $-4,5 \times 10^9$ J y su velocidad es 7610 m s^{-1} . Calcule:

- a) El módulo del momento lineal del satélite y el módulo del momento angular del satélite respecto al centro de la Tierra.
- b) El periodo de la órbita y la altura a la que se encuentra el satélite.

Datos: Constante de Gravitación Universal $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Masa de la Tierra $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Radio de la Tierra $R_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$

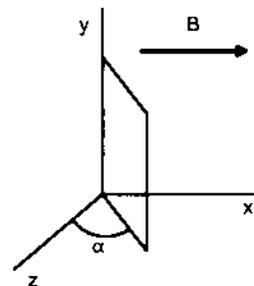
Problema 2.- Sobre un prisma de ángulo 60° como el de la figura, situado en el vacío, incide un rayo luminoso monocromático que forma un ángulo de $41,3^\circ$ con la normal a la cara AB. Sabiendo que en el interior del prisma el rayo es paralelo a la base AC:



- a) Calcule el índice de refracción del prisma.
- b) Realice el esquema gráfico de la trayectoria seguida por el rayo a través del prisma.
- c) Determine el ángulo de desviación del rayo al atravesar el prisma.
- d) Explique si la frecuencia y la longitud de onda correspondientes al rayo luminoso son distintas, o no, dentro y fuera del prisma.

REPERTORIO B

Problema 1.- Una espira cuadrada de $1,5 \Omega$ de resistencia está inmersa en un campo magnético uniforme $B = 0,03 \text{ T}$ dirigido según el sentido positivo del eje X. La espira tiene 2 cm de lado y forma un ángulo α variable con el plano YZ como se muestra en la figura.



- a) Si se hace girar la espira alrededor del eje Y con una frecuencia de rotación de 60 Hz , siendo $\alpha = \pi/2$ en el instante $t=0$, obtenga la expresión de la fuerza electromotriz inducida en la espira en función del tiempo.
- b) ¿Cuál debe ser la velocidad angular de la espira para que la corriente máxima que circule por ella sea de 2 mA ?

Problema 2.- Una masa puntual de valor 150 g unida a un muelle horizontal de constante elástica $k = 65 \text{ N m}^{-1}$ constituye un oscilador armónico simple. Si la amplitud del movimiento es de 5 cm , determine:

- a) La expresión de la velocidad de oscilación de la masa en función de la elongación.
- b) La energía potencial elástica del sistema cuando la velocidad de oscilación es nula.
- c) La energía cinética del sistema cuando la velocidad de oscilación es máxima.
- d) La energía cinética y la energía potencial elástica del sistema cuando el módulo de la aceleración de la masa es igual a 13 m s^{-2} .

REPERTORIO A

Problema 1:

a) Recordando que en una órbita circular la energía mecánica es la mitad de la energía potencial se puede deducir la masa (m) del satélite:

$$E_M = -4,5 \times 10^9 \text{ J} = \frac{E_P}{2}; E_C = E_M - E_P = -\frac{E_P}{2} = -E_M$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = +4,5 \times 10^9 \text{ (siendo } v = 7610 \text{ m s}^{-1}) \Rightarrow m = 155,4 \text{ kg}$$

Conocida la masa se calcula el módulo del momento lineal del satélite: $p = mv = 11,83 \times 10^5 \text{ kg m s}^{-1}$

Para calcular el módulo del momento angular hay que deducir el radio de la órbita circular (R):

$$E_M = -4,5 \times 10^9 \text{ J} = \frac{E_P}{2} = -G \frac{M_{\text{Tierra}}m}{2R} \Rightarrow R = 6,887 \times 10^6 \text{ m}$$

$$L = Rp = Rmv \Rightarrow L = 8,15 \times 10^{12} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$$

b) Periodo de la órbita: $T = \frac{2\pi R}{v} \Rightarrow T = 5686 \text{ s} = 1\text{h } 34' 46 \text{ s}$

Altura (h) a la que se encuentra el satélite: $R = R_T + h \Rightarrow h = 517 \text{ km}$

Problema 2:

Al ser el rayo en el interior del prisma paralelo a la cara AC, se deduce que $r = i' = 30^\circ$

a) Aplicando la ley de Snell en la cara AB del prisma con $i = 41,3^\circ$, $r = 30^\circ$ y $n(\text{vacío}) = 1$:

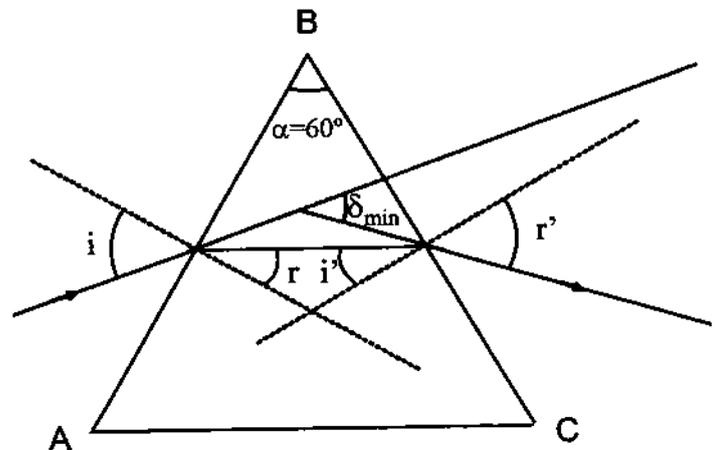
$$1 \text{sen}(41,3) = n_{\text{prisma}} \text{sen}(30)$$

$$\Rightarrow n_{\text{prisma}} = 1,32$$

b) El ángulo de reflexión total θ_t en la cara BC es:

$$1,32 \text{sen}(\theta_t) = 1 \text{sen}(90) \Rightarrow \theta_t = 49,2^\circ$$

El ángulo de incidencia sobre esta cara es $i' = 30^\circ < \theta_t$, por lo que no se producirá reflexión total y el rayo emerge del prisma por la cara BC



El ángulo de salida r' se calcula aplicando de nuevo la ley de Snell: $1,32 \text{sen}(30^\circ) = 1 \text{sen}(r') \Rightarrow r' = 41,3^\circ$

c) Este es un caso de ángulo de desviación mínima δ_{\min} que se puede deducir por construcción geométrica en la figura o aplicando la fórmula del prisma:

$$\delta_{\min} = 2i - \alpha \Rightarrow \delta_{\min} = 22,6^\circ$$

d) La frecuencia no cambia.

Como el índice de refracción del prisma es mayor que el del vacío, la velocidad del rayo es menor en el prisma. Dado que $v = \lambda f$, la longitud de onda del rayo en el prisma es menor que en el vacío.

REPERTORIO B

Problema 1:

a) La variación del ángulo α con el tiempo t es: $\alpha = \omega t + \frac{\pi}{2}$ donde $\omega = 2\pi \times 60 = 377 \text{ rad s}^{-1}$.

Como la espira es cuadrada de lado $a=2 \text{ cm}$, el flujo a través de ella es: $\Phi(t) = Ba^2 \cos(\alpha) = Ba^2 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

La fuerza electromotriz inducida viene dada por la expresión:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = Ba^2 \omega \operatorname{sen}\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 4,5 \operatorname{sen}\left(377 t + \frac{\pi}{2}\right)}$$
 donde ε está expresado en mV y t en s .

b) $I_{\max} = \frac{V_{\max}}{R} = \frac{Ba^2 \omega}{R} \Rightarrow \omega = \frac{I_{\max} R}{Ba^2}; \boxed{\omega = 250 \text{ rad s}^{-1}}$

Problema 2

a) Utilizando los datos del enunciado se deduce que $A=0,05 \text{ m}$ y $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 20,8 \text{ rad s}^{-1}$

La expresión de la velocidad (v) se deduce de la elongación (x):

$$x = A \cos(\omega t + \varphi);$$

$$v = \frac{dx}{dt} = -A\omega \operatorname{sen}(\omega t + \varphi) = \pm A\omega \sqrt{1 - \cos^2(\omega t + \varphi)} = \pm A\omega \sqrt{1 - \frac{x^2}{A^2}}$$

$$\Rightarrow v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2} \Rightarrow \boxed{v = \pm 20,8 \sqrt{2,5 \times 10^{-3} - x^2}}$$
 donde v está expresado en $m s^{-1}$ y x en m .

b) De la expresión anterior se deduce que $v = 0 \Rightarrow \boxed{x = \pm A}$. Para estas elongaciones la energía potencial

elástica del sistema es: $E_p = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kA^2 = \boxed{0,081 \text{ J} = E_p}$

c) Se deduce también que la velocidad es máxima cuando $x=0$,

$$v_{\max} = \pm \omega A \Rightarrow E_c = \frac{1}{2} m(\omega A)^2 = \boxed{0,081 \text{ J} = E_c}$$

(También se puede usar la conservación de la energía mecánica. En el apartado b) $E_M = E_{p,\max}$ ($E_c=0$) y en el apartado c) $E_M = E_{c,\max}$ ($E_p=0$))

d) De acuerdo con la segunda ley de Newton $ma = -kx$.

Dado que la aceleración a puede valer $a = \pm 13 \text{ m s}^{-2}$, las elongaciones posibles son $x = \pm 3 \text{ cm}$.

Las energías que se piden son entonces:

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2 = \boxed{0,029 \text{ J} = E_p}$$

$$E_c = E_M - E_p = 0,081 - 0,029 = \boxed{0,052 \text{ J} = E_c}$$

(Se puede también calcular la velocidad para $x = \pm 3 \text{ cm}$ y obtener $E_c = \frac{1}{2} mv^2$).

SOLUCIONES FÍSICA nº 6

CUESTIONES

Cuestión 1:

a) En la superficie de la Tierra, la intensidad de campo gravitatorio es $g_0 = G \frac{M_T}{R_T^2}$

y a una altura h sobre la superficie terrestre la intensidad de dicho campo es $g = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$.

La condición $g = g_0/2$ se da a una altura h a la que $(R_T + h)^2 = 2R_T^2 \Rightarrow h = R_T(\sqrt{2} - 1)$.

b) Análogamente con el potencial gravitatorio:

$V_0 = -G \frac{M_T}{R_T}$ y $V = -G \frac{M_T}{(R_T + h)}$. La condición $V = V_0/2$ se da si $R_T + h = 2R_T \Rightarrow h = R_T$

Cuestión 2:

a) Una onda sonora es una onda **mecánica** (o **elástica**), que necesita un medio material que sirva de soporte a la perturbación que se propaga. Las ondas sonoras son debidas a la variación local de la presión del aire.

Se trata de **ondas longitudinales**: la dirección de propagación coincide con la dirección en la que tiene lugar la perturbación

b) $f = 260$ Hz; $T = 1/f = 3,8 \times 10^{-3}$ s

$\lambda = v/f = 1,308$ m

Cuestión 3:

a) El potencial en el punto A es $V_A = -120$ V. Al ser negativo, la carga debe ser negativa ($Q < 0$).

Además el vector campo eléctrico **E** tiene el sentido negativo del eje X, lo que implica que el punto A del eje X debe estar a la derecha de la posición (0,0): $x_A > 0$

Para calcular Q y x_A hay que resolver el sistema de dos ecuaciones:

$$\left. \begin{aligned} -120 &= K \frac{Q}{x_A} \\ -80 &= K \frac{Q}{x_A^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} x_A &= 1,5 \text{ m} \\ Q &= -2 \times 10^{-8} \text{ C} \end{aligned}$$

b) $W_{(2,2) \rightarrow A} = q_e (V_A - V_{(2,2)}) = q_e KQ \left(\frac{1}{x_A} - \frac{1}{\sqrt{2^2 + 2^2}} \right) = 9 \times 10^{-18} \text{ J}$

FÍSICA

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

- * Las cuestiones deben contestarse razonadamente valorando en su resolución una adecuada estructuración y el rigor en su desarrollo.
- * Se valorará positivamente la inclusión de pasos detallados, así como la realización de diagramas, dibujos y esquemas.
- * En la corrección de los problemas se tendrá en cuenta el proceso seguido en la resolución de los mismos, valorándose positivamente la identificación de los principios y leyes físicas involucradas.
- * Se valorará la destreza en la obtención de resultados numéricos y el uso correcto de las unidades en el sistema internacional.
- * Cada cuestión debidamente justificada y razonada con la solución correcta se calificará con un máximo de 2 puntos.
- * Cada problema debidamente planteado y desarrollado con la solución correcta se calificará con un máximo de 2 puntos.
- * En aquellas cuestiones y problemas que consten de varios apartados, la calificación será la misma para todos ellos, salvo indicación expresa en los enunciados.