

## EXAMEN COMPLETO

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)

## PRIMERA PARTE

1. El nivel de intensidad sonora de la sirena de un barco es 60 dB a 10 m de distancia, suponiendo que la sirena es un foco emisor puntual, calcule:

- a) El nivel de intensidad sonora a 1 km de distancia.
- b) La distancia a la que la sirena deja de ser audible.

*Dato : Intensidad umbral de audición  $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$*

2. a) Deduzca la expresión de la energía cinética de un satélite en órbita circular alrededor de un planeta en función del radio de la órbita y de las masas del satélite y del planeta.

b) Demuestre que la energía mecánica del satélite es la mitad de su energía potencial

3. a) Una espira metálica circular de 1 cm de radio y resistencia  $10^{-2} \Omega$  gira en torno a un eje diametral con una velocidad angular de  $2\pi$  rad/s en una región donde hay un campo magnético uniforme de 0,5 T dirigido según el sentido positivo del eje Z. Si el eje de giro de la espira tiene la dirección del eje X y en el instante  $t = 0$  la espira se encuentra situada en el plano XY, determina:

- a) La expresión de la fuerza electromotriz inducida en la espira en función del tiempo.
- b) El valor máximo de la intensidad de la corriente que recorre la espira.

4. Sobre una lámina transparente de índice de refracción 1,5 y d 1 cm de espesor, situada en el vacío, incide un rayo luminoso formando un ángulo de  $30^\circ$  con la normal a la cara. Calcule:

- a) El ángulo que forma con la normal el rayo que emerge de la lámina. Efectúe la construcción geométrica correspondiente.
- b) La distancia recorrida por el rayo dentro de la lámina.

5. Un electrón que parte del reposo es acelerado por una diferencia de potencial de 50 V. Calcule:

- a) El cociente entre los valores de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad alcanzada por el electrón.
- b) La longitud de onda de De Broglie asociada al electrón después de atravesar dicho potencial.

*Datos: Constante de Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s; Velocidad de la luz en el vacío  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s*

*Masa del electrón  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg; Valor absoluto de la carga del electrón:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C*

**SEGUNDA PARTE****REPERTORIO A**

1. Un satélite artificial de la Tierra de 100 kg de masa describe una órbita circular a una altura de 655 km. Calcule:

- a) El periodo de la órbita.
- b) La energía mecánica del satélite
- c) El módulo del momento angular del satélite respecto al centro de la Tierra.
- d) El cociente entre los valores de la intensidad de campo gravitatorio terrestre en el satélite y en la superficie de la Tierra.

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

2. Tres partículas cargadas  $Q_1 = +2 \text{ C}$ ,  $Q_2 = +2 \text{ C}$ , y  $Q_3$  de valor desconocido están situadas en el plano XY. Las coordenadas de los puntos en los que se encuentran las cargas son  $Q_1$ : (1,0),  $Q_2$ : (-1,0), y  $Q_3$ : (0,2). Si todas las coordenadas están expresadas en metros:

- a) ¿qué valor debe tener la carga  $Q_3$  para que una carga situada en el punto (0,1) no experimente ninguna fuerza neta?
- b) En el caso anterior, ¿cuánto vale el potencial eléctrico resultante en el punto (0,1) debido a las cargas  $Q_1$ ,  $Q_2$  y  $Q_3$ .

*Dato:* Constante de la ley de Coulomb  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

**REPERTORIO B**

1. Una onda armónica transversal se propaga por una cuerda tensa de gran longitud, y por ello, una partícula de la misma realiza un movimiento armónico simple en la dirección perpendicular a la cuerda. El periodo de dicho movimiento es de 3 s y la distancia que recorre la partícula entre posiciones extremas es de 20 cm.

- a) ¿Cuáles son los valores de la velocidad máxima y de la aceleración máxima de oscilación de la partícula?
- b) Si la distancia mínima que separa dos partículas de la cuerda que oscilan en fase es de 60 cm, ¿Cuál será la velocidad de propagación de la onda? ¿cuál es el número de onda?

2. Por un hilo conductor rectilíneo y de gran longitud circula una corriente de 12 A. El hilo define el eje Z de coordenadas y la corriente fluye en sentido positivo. Un electrón se encuentra situado en el eje Y a una distancia del hilo de 1 cm. Calcule el vector aceleración instantánea que experimente dicho electrón si:

- a) Se encuentra en reposo
- b) Su velocidad es de 1 m/s según la dirección positiva del eje Y.
- c) Su velocidad es de 1 m/s según la dirección positiva del eje Y.
- d) Su velocidad es de 1 m/s según la dirección positiva del eje Y.

*Datos:* Permeabilidad magnética del vacío  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$   
Valor absoluto de la carga del electrón  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$   
Masa del electrón  $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

**RESPUESTA:**

**CUESTIONES**

**1. a) Debemos calcular en primer lugar el valor de la intensidad a 1 km de distancia. Lo hacemos en función de la intensidad a 10 m**

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}; \quad I_{1000} = \frac{P}{4\pi(1000)^2}; \quad I_{10} = \frac{P}{4\pi(10)^2}$$
$$I_{10} \cdot 4\pi(10)^2 = I_{1000} \cdot 4\pi(1000)^2; \quad I_{1000} = \frac{I_{10} \cdot 10^2}{10^6} = \frac{I_{10}}{10^4}$$

**Calculamos ahora la intensidad a partir de la intensidad sonora:**

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad 60 = 10 \log \frac{I_{10}}{10^{-12}}; \quad I_{10} = 10^{-6} \text{ Wm}^{-2}$$
$$I_{1000} = \frac{10^{-6}}{10^4} = 10^{-10} \text{ Wm}^{-2}$$

**El nivel de intensidad sonora a 1 km de distancia será:**

$$\beta = 10 \log \frac{10^{-10}}{10^{-12}} = 20 \text{ dB}$$

**b) La sirena deja de ser audible cuando su intensidad coincide con la intensidad umbral de audición**

$$10^{-10} = \frac{P}{4\pi(1000)^2}; \quad 10^{-12} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

**Igualando las potencias**

$$10^{-12} \cdot 4\pi r^2 = 10^{-10} \cdot 4\pi(1000)^2; \quad r^2 = \frac{10^{-10} \cdot 10^6}{10^{-12}} = 10^8; \quad \Rightarrow \quad r = 10^4 \text{ m}$$

2. a) La expresión de la energía cinética es:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

obtenemos el valor de la velocidad a partir de la fuerza centrípeta:

$$F_c = F_N; \quad m \frac{v^2}{R_o} = G \frac{Mm}{R_o^2}; \quad v^2 = G \frac{M}{R_o}$$

sustituyendo en la expresión de la energía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}G \frac{Mm}{R_o}$$

b) La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la potencial

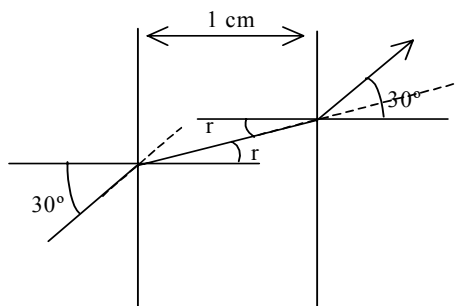
$$E_M = E_c + E_p = \frac{1}{2}G \frac{Mm}{R_o} - G \frac{Mm}{R_o} = -\frac{1}{2}G \frac{Mm}{R_o}$$

Que como se puede comprobar es la mitad de la energía potencial

$$\frac{1}{2}E_p = \frac{1}{2} \left( -G \frac{Mm}{R_o} \right) = -\frac{1}{2}G \frac{Mm}{R_o}$$

4.

a) Como se puede observar en la construcción geométrica, al aplicar dos veces la ley de Snell, una para entrar en la lamina y otra para salir de la misma, se obtiene el mismo resultado para el ángulo de salida que para el de entrada.



Aplicando la ley de Snell para la refracción:

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

$$1 \sin 30 = 1,5 \sin r \quad \text{Entrada a la lámina}$$

$$1,5 \sin r = 1 \sin 30 \quad \text{Salida de la lámina}$$

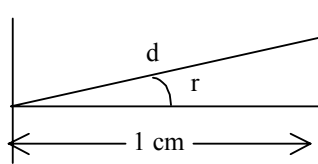
Como las ecuaciones son simétricas el ángulo de salida tiene que ser el mismo que el de entrada.

b) Calculamos el valor del ángulo r:

$$r = \arcsen\left(\frac{\sin 30}{1,5}\right) = 19,47^\circ$$

Observando el triángulo formado se tiene:

$$\cos r = \frac{0,01}{d} \Rightarrow d = \frac{0,01}{\cos(19,47)}; \quad d = 0,0106 \text{ m}$$



Recorre 1,06 cm

**PROBLEMAS REPERTORIO B**

1. a) Consideramos solamente el movimiento vibratorio armónico simple que realiza la partícula:

$$\begin{aligned} y &= A \sin(\omega t + \varphi_0) \\ \omega &= 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3} \text{ rad/s} \\ A &= \frac{20}{2} = 10 \text{ cm} \end{aligned} \left\{ \begin{array}{l} y = 0,1 \sin \frac{2\pi}{3} t \end{array} \right.$$

**Derivando la expresión de la posición**

$$v = 0,1 \cdot \frac{2\pi}{3} \cos \frac{2\pi}{3} t; \quad v_{\max} = \frac{0,2\pi}{3} \text{ m/s}$$

**Derivando la velocidad**

$$a = -\frac{0,2\pi}{3} \cdot \frac{2\pi}{3} \sin \frac{2\pi}{3} t; \quad a_{\max} = \frac{0,4\pi^2}{9} \text{ m/s}^2$$

b) Como la distancia mínima de dos partículas que oscilan en fase es la longitud de onda, entonces  $\lambda = 0,6 \text{ m}$ .

**La velocidad de propagaciones:**

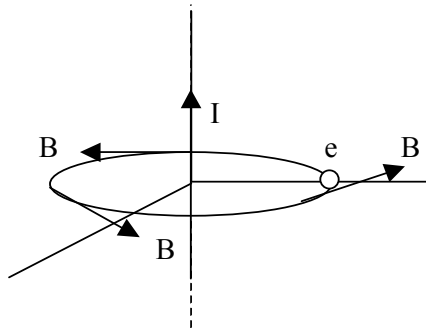
$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,6}{3} = 0,2 \text{ m/s}$$

**El número de ondas es:**

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,6} = \frac{\pi}{0,3} \text{ rad/m}$$



2.



El hilo conductor crea un campo magnético a su alrededor de:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 12}{2\pi \cdot 10^{-2}} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

El campo en la posición del electrón es antiparalelo al eje X.

La fuerza que crea un campo magnético sobre una partícula cargada es:

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

Donde  $\vec{v}$  es la velocidad de la partícula. Para cada uno de los casos planteados vale:

a)  $\vec{v} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0$

b)  $\vec{v} = \vec{j} \Rightarrow \vec{F} = 1,6 \cdot 10^{-19} (\vec{j} \times 2,4 \cdot 10^{-4} (-\vec{i})) = 3,84 \cdot 10^{-23} \vec{k} \text{ N}$   
 $a = \frac{F}{m} = \frac{3,84 \cdot 10^{-23} \vec{k}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 4,22 \cdot 10^7 \vec{k} \text{ m/s}^2$

c)  $\vec{v} = \vec{k} \Rightarrow \vec{F} = 1,6 \cdot 10^{-19} (\vec{k} \times 2,4 \cdot 10^{-4} (-\vec{i})) = 3,84 \cdot 10^{-23} \vec{j} \text{ N}$   
 $a = \frac{F}{m} = \frac{3,84 \cdot 10^{-23} \vec{j}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 4,22 \cdot 10^7 \vec{j} \text{ m/s}^2$

d)  $\vec{v} = -\vec{i} \Rightarrow \vec{F} = 0$  porque el campo y la velocidad son paralelos y su producto vectorial es cero