



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

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

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

Cuestión 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.

- Demuestre que la energía mecánica del satélite es la mitad de su energía potencial.

Cuestión 3.- 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 2π 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, determine:

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

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

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

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

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

Datos: Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$; Velocidad de la luz en el vacío $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Masa del electrón $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$; Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Segunda parte

REPERTORIO A

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

Problema 2.- Tres partículas cargadas $Q_1 = +2 \mu\text{C}$, $Q_2 = +2 \mu\text{C}$ 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 $K = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

REPERTORIO B

Problema 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 es la velocidad de propagación de la onda? ¿cuál es el número de onda?

Problema 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 el 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 experimentaría 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 Z.
- d) Su velocidad es de 1 m/s según la dirección negativa del eje X.

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

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.

FÍSICA

Soluciones

Cuestión 1:

$$a) \beta = 10 \log I/I_0 \Rightarrow \log I = \beta/10 + \log I_0$$

$$60 = 10 \log I_1/I_0 \Rightarrow \log I_1 = 60/10 + \log I_0 = -6 \Rightarrow I_1 = 10^{-6} \text{ W/m}^2$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{1000^2}{10^2} \Rightarrow I_2 = 10^{-10} \text{ W/m}^2$$

$$\beta_2 = 10 \log I_2/I_0 = 20 \text{ dB}$$

$$b) I=I_0 \quad \beta = 0$$

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{r_0^2}{r_1^2} \Rightarrow r_0 = 10^4 \text{ m}$$

Cuestión 2:

- a) La fuerza centrípeta necesaria para describir la trayectoria circular la proporciona el campo gravitatorio:

$$mv^2/r = GMm/r^2, \text{ por tanto la energía cinética: } E_c = (1/2)mv^2 = GMm/2r$$

- b) Energía mecánica = Energía cinética + Energía potencial

$$\text{La energía potencial gravitatoria del satélite es } E_p = -GMm/r$$

$$\text{Energía mecánica} = + GMm/2r - GMm/r = - GMm/2r = (1/2) E_p$$

Cuestión 3:

- a) $V_e = -d\Phi/dt$. $\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{S} = B\pi r^2 \cos(\alpha)$ donde $\alpha = \omega t$ (ya que gira con velocidad angular constante), por tanto:

$$V_e = B\pi r^2 \omega \sin(\omega t), \text{ sustituyendo los valores:}$$

$$V_e = 0.5\pi(0.01)^2 2\pi \sin(2\pi t) = \underline{9.88 \times 10^{-4} \sin(6.28t) \text{ V (con el tiempo en segundos).}}$$

- b) $I = V/R$, el valor máximo de la tensión es $9.88 \times 10^{-4} \text{ V}$ y $R = 10^{-2} \Omega$, por tanto:

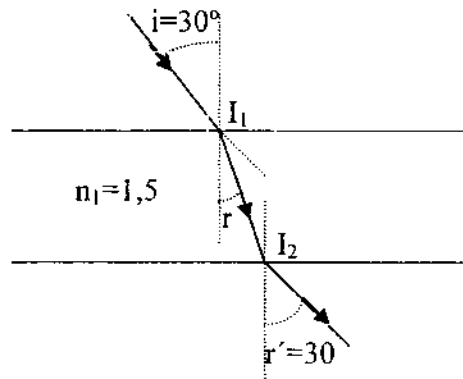
$$I_{\max} = \underline{9.88 \times 10^{-2} \text{ A.}}$$

Cuestión 4:

- a) Tras incidir en la lámina, el ángulo de refracción en la lámina cumplirá:
 $n_0 \text{sen}(i) = n_1 \text{sen}(r)$. donde $i=30^\circ$, $n_0=1$ y $n_1=1.5$.

Este rayo se propagará dentro de la lámina hasta incidir en el punto en que abandona la lámina, el rayo es refractado de nuevo, siendo ahora r el ángulo de incidencia, en este punto se cumplirá:

$n_0 \text{sen}(r) = n_1 \text{sen}(r')$ siendo r' el ángulo que se nos pide, solo se cumplirán las dos ecuaciones si $r'=i=30^\circ$.



- b) De la construcción geométrica es fácil ver que el recorrido del rayo I_1I_2 es
 $I_1I_2 = e / \cos(r)$.

Como $\text{sen}(r) = \text{sen}(i) / 1.5$, se deduce que $r = 19,47^\circ$

Por tanto $I_1I_2 = e / \cos(r) = 1 / \cos(19,47^\circ) = 1,06 \text{ cm}$

Cuestión 5:

- a) La conservación de la energía permite escribir: $(1/2)m_e v^2 = q_e V$ por tanto la velocidad que alcanza el electrón es: $v = 4.19 \times 10^6 \text{ m/s}$. El cociente será: $c/v = 71.6$.

- b) $\lambda = h/mv = 1.736 \times 10^{-10} \text{ m}$.

REPERTORIO A

Problema 1:

a)

$$m \frac{\left(\frac{2\pi R}{T}\right)^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}, \text{ despejando } T: T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{GM}} = 5858s = 1h37'38s$$

b) $E_M = E_C + E_P = \frac{1}{2} m \left(\frac{2\pi R}{T}\right)^2 - \frac{GMm}{R} = -2.839 \times 10^9 J$ (También puede usarse el conocido resultado de que la energía mecánica de una órbita circular es la mitad de la energía potencial).

c) $|\vec{L}| = |\vec{r} \times m\vec{v}| = Rmv = 5.29 \times 10^{12} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$

d) Como la intensidad del campo gravitatorio es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, el cociente entre las intensidades del campo será igual al cuadrado del cociente de los radios: $g_S / g_T = (R_T/R)^2 = 0.822 \quad g_S = 0,822 g_T$

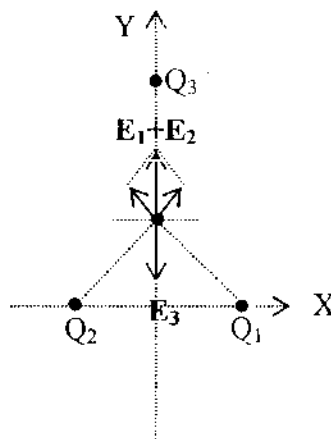
Problema 2:

a) Para que una carga no experimente ninguna fuerza en (0,1), el campo eléctrico debe anularse en dicho punto. El campo eléctrico debido a Q_1 y Q_2 en (0,1) sólo tiene componente a lo largo del eje Y. La componente en esta dirección, para cada una de ellas vale: $(KQ/d^2) \cos 45^\circ$ (dónde $d = \sqrt{2} \text{ m}$). Por otro lado el campo eléctrico en (0,1) debido a Q_3 solo tiene componente a lo largo del mismo eje y su valor es: $-KQ_3/r^2$ dónde $r=1\text{m}$. Por tanto:

$$0 = \frac{KQ_1}{2} \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{KQ_2}{2} \frac{\sqrt{2}}{2} - KQ_3 \Rightarrow Q_3 = \frac{Q_1}{2} \sqrt{2} = 1.414 \mu C$$

b) El potencial eléctrico en (0,1) es la suma de los potenciales debidos a las tres cargas:

$$V = \frac{KQ_1}{\sqrt{2}} + \frac{KQ_2}{\sqrt{2}} + KQ_3 = 3.818 \times 10^4 V$$



REPERTORIO B

Problema 1:

a) Las ecuaciones del movimiento armónico simple de la partícula de la cuerda son:

$$x = A \sin(\omega t + \phi)$$

$$v = A \omega \cos(\omega t + \phi)$$

$$a = -A \omega^2 \sin(\omega t + \phi)$$

donde $A = 10 \text{ cm}$ y $\omega = 2\pi/3$. Por lo tanto, la velocidad y aceleración máximas serán:

$$v_{\max} = A \omega = 20.9 \text{ cm/s. } a_{\max} = A \omega^2 = 43.86 \text{ cm/s}^2.$$

b) La distancia entre dos crestas consecutivas es la longitud de onda ($\lambda = 60 \text{ cm}$). La velocidad de propagación será: $v = \lambda/T = 20 \text{ cm/s}$.

El número de onda es $k = 2\pi/\lambda = \pi/30 \text{ rad/cm}$

Problema 2:

a) El vector aceleración es igual al vector fuerza dividido por la masa, siendo la fuerza:

$$\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}.$$

Dónde $\mathbf{B} = -(\mu_0 I / 2\pi r) \mathbf{i}$. (\mathbf{i} es el vector unitario en la dirección del eje X y $q = -q_e$).

En este apartado al ser $\mathbf{v} = 0$, $\mathbf{F} = 0$ $\mathbf{a} = 0$.

b) En este caso $\mathbf{v} \times \mathbf{B} = v(\mu_0 I / 2\pi r) \mathbf{k}$ y, por tanto $\mathbf{a} = 42 \times 10^6 \text{ m/s}^2$ y $\mathbf{a} = a \mathbf{k}$.

c) En este caso $\mathbf{v} \times \mathbf{B} = -v(\mu_0 I / 2\pi r) \mathbf{j}$ y, por tanto $\mathbf{a} = 42 \times 10^6 \text{ m/s}^2$ y $\mathbf{a} = a \mathbf{j}$.

d) En este caso $\mathbf{v} \times \mathbf{B} = 0$. Por ser \mathbf{v} y \mathbf{B} paralelos $\mathbf{F} = 0$ $\mathbf{a} = 0$.