



INSTRUCCIONES Y CRITERIOS GENERALES DE CALIFICACIÓN

La prueba consta de dos opciones A y B, cada una de las cuales incluye tres cuestiones y dos problemas.

El alumno deberá elegir la opción A o la opción B. Nunca se deben resolver cuestiones o problemas de opciones distintas. Se podrá hacer uso de calculadora científica no programable.

**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.

**TIEMPO:** Una hora treinta minutos.

OPCIÓN A

**Cuestión 1.-** 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.

**Cuestión 2.-** Un protón y un electrón se mueven en un campo magnético uniforme  $\vec{B}$  bajo la acción del mismo. Si la velocidad del electrón es 8 veces mayor que la del protón y ambas son perpendiculares a las líneas del campo magnético, deduzca la relación numérica existente entre:

a) Los radios de las órbitas que describen.

b) Los periodos orbitales de las mismas.

*Dato: Se considera que la masa del protón es 1836 veces la masa del electrón.*

**Cuestión 3.-** Dos partículas poseen la misma energía cinética. Determine en los dos casos siguientes:

a) La relación entre las longitudes de onda de De Broglie correspondientes a las dos partículas, si la relación entre sus masas es  $m_1 = 50 m_2$ .

b) La relación que existe entre las velocidades, si la relación entre sus longitudes de onda de De Broglie es  $\lambda_1 = 500 \lambda_2$ .

**Problema 1.-** Una onda armónica transversal, de periodo  $T=2$  s, se propaga con una velocidad de 60 cm/s en una cuerda tensa orientada según el eje X, y en sentido positivo.

Sabiendo que el punto de la cuerda de abscisa  $x = 30$  cm oscila en la dirección del eje Y, de forma que en el instante  $t = 1$  s la elongación es nula y la velocidad con la que oscila positiva y en el instante  $t = 1,5$  s su elongación es - 5 cm y su velocidad de oscilación nula, determine:

a) La frecuencia y la longitud de onda.

b) La fase inicial y la amplitud de la onda armónica.

c) La expresión matemática de la onda armónica.

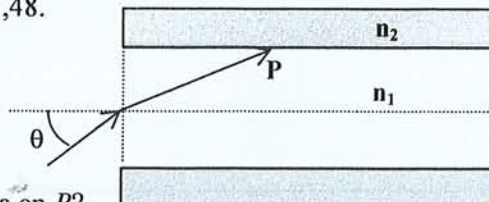
d) La diferencia de fase de oscilación de dos puntos de la cuerda separados un cuarto de longitud de onda.

**Problema 2.-** Un rayo de luz de longitud de onda en el vacío  $\lambda_0 = 650$  nm incide desde el aire sobre el extremo de una fibra óptica formando un ángulo  $\theta$  con el eje de la fibra (ver figura), siendo el índice de refracción  $n_1$  dentro de la fibra 1,48.

a) ¿Cuál es la longitud de onda de la luz dentro de la fibra?

b) La fibra está revestida de un material de índice de refracción  $n_2 = 1,44$ .

¿Cuál es el valor máximo del ángulo  $\theta$  para que se produzca reflexión total interna en P?



## OPCIÓN B

**Cuestión 1.-** Una partícula realiza un movimiento armónico simple. Si la frecuencia de oscilación se reduce a la mitad manteniendo constante la amplitud de oscilación, explique qué ocurre con: a) el periodo; b) la velocidad máxima; c) la aceleración máxima y d) la energía mecánica de la partícula.

**Cuestión 2.-** a) Enuncie y exprese matemáticamente el teorema de Gauss.  
b) Deduzca la expresión del módulo del campo eléctrico creado por una lámina plana, infinita, uniformemente cargada con una densidad superficial de carga  $\sigma$ .

**Cuestión 3.-** Una radiación monocromática de longitud de onda de 600 nm incide sobre un metal cuyo trabajo de extracción es de 2 eV. Determine:

- a) La longitud de onda umbral para el efecto fotoeléctrico.
- b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos expresada en eV.

*Datos: Valor absoluto de la carga del electrón  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$*

*Constante de Planck  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ; Velocidad de la luz en el vacío  $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$*

**Problema 1.-** Un satélite de 1000 kg de masa describe una órbita circular de  $12 \times 10^3$  km de radio alrededor de la Tierra. Calcule:

- a) El módulo del momento lineal y el módulo del momento angular del satélite respecto al centro de la Tierra. ¿Cambian las direcciones de estos vectores al cambiar la posición del satélite en su órbita?
- b) El periodo y la energía mecánica del satélite en la órbita.

*Datos: Masa de la Tierra*

$$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

*Constante de Gravitación Universal*

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

**Problema 2.-** Por un hilo conductor rectilíneo y de gran longitud circula una corriente de 12 A. El hilo está situado en el eje Z de coordenadas y la corriente fluye en el sentido positivo. Un electrón se encuentra situado en el eje Y en el punto P de coordenadas (0, 20, 0) expresadas en centímetros. Determine el vector aceleración del electrón en los siguientes casos:

- a) El electrón se encuentra en reposo en la posición indicada.
- 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 Y CALIFICACIÓN

- \* 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.

**FÍSICA**  
**SOLUCIONES**  
**OPCIÓN A**

**Cuestión 1**

- a) La velocidad orbital de un satélite es independiente de la masa del satélite y depende del radio de la órbita.

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

Energía cinética del satélite

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

- b) La expresión de la energía mecánica de un satélite es:

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2} \frac{GMm}{r} - \frac{GMm}{r} = -\frac{1}{2} \frac{GMm}{r}$$
$$E = \frac{1}{2} E_p$$

**Cuestión 2**

- a) Expresión del radio de la órbita descrita por una partícula cargada en las condiciones del enunciado:

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

Relación entre los radios de las órbitas descritas por el protón y el electrón:

$$\frac{R_p}{R_e} = \frac{\frac{1836 m_e v_p}{qB}}{\frac{m_e 8v_p}{qB}} = 229,5$$

- b) Relación entre los periodos de las órbitas descritas por el protón y el electrón:

$$\frac{T_p}{T_e} = \frac{\frac{2\pi R_p}{v_p}}{\frac{2\pi R_e}{v_e}} = \frac{R_p v_e}{R_e v_p} = 1836$$

### Cuestión 3

a)

$$E_{C1} = E_{C2} \Rightarrow \frac{1}{2} 50 m_2 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{50} v_1 ;$$

$$\lambda_1 = \frac{h}{m_1 v_1}; \quad \lambda_2 = \frac{h}{m_2 v_2} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{\sqrt{50}}{50} = \frac{1}{\sqrt{50}}$$

b)

$$E_{c1} = E_{c2} \Rightarrow m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2 \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$$

$$\lambda_1 = \frac{h}{m_1 v_1}; \quad \lambda_2 = \frac{h}{m_2 v_2} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{v_1^2 v_2}{v_2^2 v_1} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = 500$$

### OPCIÓN A

#### Problema 1

a)  $T = 2\text{s}$   $v = 60\text{ cm/s}$   $\lambda = vT = 120\text{ cm}$

$$\omega = 2\pi/T = \pi\text{ rad/s}; \quad k = 2\pi/\lambda = 2\pi/120 = \pi/60\text{ rad/cm}$$

b) Expresión genérica de la onda armónica:  $y = A \text{sen}(\omega t - kx + \varphi_0)$

En  $x=30\text{ cm}$   $kx = (\pi/60) 30 = \pi/2$

En  $t=1\text{ s}$   $0 = A \text{sen}(\pi - \pi/2 + \varphi_0)$   $\pi/2 + \varphi_0 = \pi$   $\varphi_0 = \pi/2$

$$\Rightarrow y(x,t) = 6 \text{sen}(0,2\pi t - 0,1\pi x + \pi/2)\text{ (cm)} .$$

En  $t = 1,5\text{ s}$

$$-5 = A \text{sen}(3\pi/2 - \pi/2 + \pi/2)\text{ (cm)} \quad -5 = -A \text{ se deduce} \quad A = 5\text{ cm}$$

c) Expresión de la onda armónica  $y = 5 \text{sen}\left(\pi t - \frac{\pi}{60} x + \frac{\pi}{2}\right)$

d) Diferencia de fase  $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{\lambda}{4} = \frac{\pi}{2}\text{ rad}$

#### Problema 2

a) Teniendo en cuenta la definición de índice de refracción

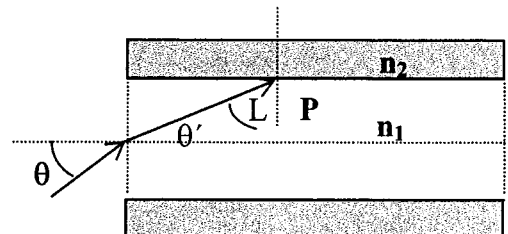
$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_0}{n} \approx 4,39 \times 10^{-7}\text{ m}$$

b)

$$n_1 \text{sen} L = n_2 \text{sen} 90^\circ \Rightarrow L \approx 76,65^\circ$$

$$\mathcal{G}' \approx 13,25^\circ$$

$$1 \text{sen} \mathcal{G} = n_1 \text{sen} \mathcal{G}' \Rightarrow \theta \approx 19,98^\circ \text{ valor máximo de } \mathcal{G} .$$



## OPCIÓN B

### Cuestión 1

frecuencia de oscilación:  $\nu_o$

$$\text{periodo: } T_o = \frac{1}{\nu_o}$$

amplitud:  $A_o$

a) Si la frecuencia se reduce a la mitad el periodo se duplica

$$\text{frecuencia de oscilación: } \nu = \frac{\nu_o}{2} \text{ (Hz)}$$

$$\text{periodo: } T = \frac{1}{\frac{\nu_o}{2}} = 2T_o \text{ (s)}$$

Expresiones que describen la posición, velocidad, aceleración y energía de un MAS, cuando la frecuencia se ha reducido a la mitad

$$y = A_o \text{sen}\left(\frac{\omega_o}{2} t\right) \text{ (m) donde } \omega_o = 2\pi\nu_o$$

$$v = A_o \frac{\omega_o}{2} \cos\left(\frac{\omega_o}{2} t\right) \text{ (ms}^{-1}\text{)}$$

$$a = -A_o \left(\frac{\omega_o}{2}\right)^2 \text{sen}\left(\frac{\omega_o}{2} t\right) \text{ (ms}^{-2}\text{)}$$

$$E = \frac{1}{2} k A_o^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{\omega_o}{2}\right)^2 A_o^2 \text{ (J)}$$

b) Si la frecuencia se reduce a la mitad, la velocidad máxima se reduce a la mitad

c) Si la frecuencia se reduce a la mitad, la aceleración máxima se reduce a la cuarta parte

d) Si la frecuencia se reduce a la mitad, la energía se reduce a la cuarta parte

### Cuestión 2

a) Enunciado del teorema de Gauss:

El flujo del vector campo eléctrico a través de una superficie cerrada S es proporcional a la carga eléctrica que encierra dicha superficie.

$$\phi = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

b) El campo creado por una lámina plana infinita de densidad superficial de carga  $\sigma$  es:

$$\phi = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 2ES \quad ; \quad 2ES = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q}{2S\epsilon_0} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Se ha tomado una superficie gaussiana en forma de paralelepípedo rectángulo (o cilindro), perpendicular al plano de la lámina, con las bases de área S y equidistantes de dicho plano (las bases están situadas a ambos lados del plano de la lámina).

### Cuestión 3

Trabajo de extracción  $W_2 = 2 eV = 3,2 \times 10^{-19} J$

$$a) W_e = h\nu_0 = h \frac{c}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = 6,2156 \times 10^{-7} m = 621,56 nm$$

$$b) E_c = \frac{hc}{\lambda} - W_e \Rightarrow E_c = 0,115 \times 10^{-19} J = 0,072 eV$$

### OPCIÓN B

#### Problema 1

$$mv^2/R = GMm/R^2 ; v = \sqrt{GM/R} = 5,76 \times 10^3 m/s$$

$$a) \vec{p} = m\vec{v} \Rightarrow p = mv = 5,76 \times 10^6 kg m/s$$

$$\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v} \Rightarrow L = rmv = 69,12 \times 10^{12} kg m^2/s$$

$\vec{p}$  es tangente a la trayectoria y, por ser ésta circular, su dirección varía en cada punto.

$L$  es perpendicular al plano de la trayectoria y, por tanto, no varía su dirección.

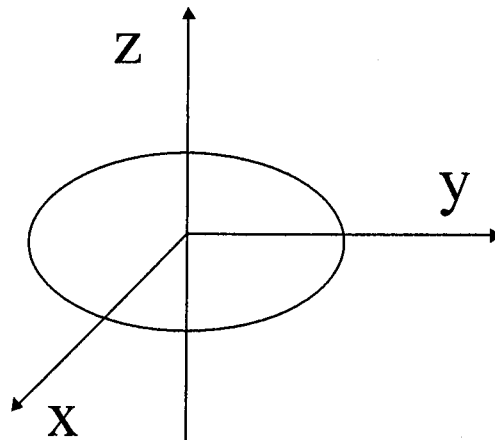
$$b) T = 2\pi R/v = 13090 s$$

$$E_m = -GMm/2R = -1,66 \times 10^{10} J$$

## Problema 2

Carga del electrón

$$q = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$



Calculamos el campo magnético en el punto P:

$$\int \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} = 12 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$\vec{B} = (-12 \times 10^{-6} \vec{i}) \text{ T}$$

a) Electrón en reposo velocidad  $v=0$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \Rightarrow F = 0$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow a = 0$$

b)  $\vec{v} = \vec{j} \text{ m/s}$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \Rightarrow \vec{F} = (-1,92 \times 10^{-24} \vec{k}) \text{ N}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = (-2,11 \times 10^6 \vec{k}) \text{ m/s}^2$$

c)  $\vec{v} = \vec{k} \text{ m/s}$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \Rightarrow \vec{F} = (+1,92 \times 10^{-24} \vec{j}) \text{ N}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = (+2,11 \times 10^6 \vec{j}) \text{ m/s}^2$$

d)  $\vec{v} = -\vec{i} \text{ m/s}$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \Rightarrow F = 0$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow a = 0$$

los vectores  $\vec{v}$  y  $\vec{B}$  son paralelos