



**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) Enuncie la 2ª ley de Kepler. Explique en qué posiciones de la órbita elíptica la velocidad del planeta es máxima y dónde es mínima.  
b) Enuncie la 3ª ley de Kepler. Deduzca la expresión de la constante de esta ley en el caso de órbitas circulares.

- Cuestión 2.-** a) Escriba la expresión matemática de una onda armónica transversal unidimensional,  $y = y(x,t)$ , que se propaga en el sentido positivo del eje X.  
b) Defina los conceptos de las siguientes magnitudes: amplitud, periodo, longitud de onda y fase inicial.

- Cuestión 3.-** Dos partículas de idéntica carga describen órbitas circulares en el seno de un campo magnético uniforme bajo la acción del mismo. Ambas partículas poseen la misma energía cinética y la masa de una es el doble que la de la otra. Calcule la relación entre:  
a) Los radios de las órbitas.  
b) Los periodos de las órbitas.

- Problema 1.-** Un sistema masa-muelle está formado por un bloque de 0,75 kg de masa, que se apoya sobre una superficie horizontal sin rozamiento, unido a un muelle de constante recuperadora K. Si el bloque se separa 20 cm de la posición de equilibrio, y se le deja libre desde el reposo, éste empieza a oscilar de tal modo que se producen 10 oscilaciones en 60 s. Determine:  
a) La constante recuperadora K del muelle.  
b) La expresión matemática que representa el movimiento del bloque en función del tiempo.  
c) La velocidad y la posición del bloque a los 30 s de empezar a oscilar.  
d) Los valores máximos de la energía potencial y de la energía cinética alcanzados en este sistema oscilante.

- Problema 2.** Un objeto de tamaño 15 cm se encuentra situado a 20 cm de un espejo cóncavo de distancia focal 30 cm.  
a) Calcule la posición y el tamaño de la imagen formada.  
b) Efectúe la construcción gráfica correspondiente e indique cuál es la naturaleza de esta imagen.  
Si el espejo considerado fuese convexo en lugar de cóncavo y del mismo radio:  
c) ¿Cuál sería la posición y el tamaño de la imagen formada?  
d) Efectúe la resolución gráfica, en este último caso, indicando la naturaleza de la imagen formada.

## OPCIÓN B

**Cuestión 1.-** El sonido producido por la sirena de un barco alcanza un nivel de intensidad sonora de 80 dB a 10 m de distancia. Considerando la sirena como un foco sonoro puntual, determine:

- a) La intensidad de la onda sonora a esa distancia y la potencia de la sirena.
- b) El nivel de intensidad sonora a 500 m de distancia.

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

**Cuestión 2.-** a) Enuncie las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz y efectúe los esquemas gráficos correspondientes.

- b) Defina el concepto de ángulo límite y explique el fenómeno de reflexión total.

**Cuestión 3.-** De los 120 g iniciales de una muestra radiactiva se han desintegrado, en 1 hora, el 10% de los núcleos. Determine:

- a) La constante de desintegración radiactiva y el periodo de semidesintegración de la muestra.
- b) La masa que quedará de la sustancia radiactiva transcurridas 5 horas.

**Problema 1.-** Io, un satélite de Júpiter, tiene una masa de  $8,9 \times 10^{22} \text{ kg}$ , un periodo orbital de 1,77 días, y un radio medio orbital de  $4,22 \times 10^8 \text{ m}$ . Considerando que la órbita es circular con este radio, determine:

- a) La masa de Júpiter.
- b) La intensidad de campo gravitatorio, debida a Júpiter, en los puntos de la órbita de Io.
- c) La energía cinética de Io en su órbita.
- d) El módulo del momento angular de Io respecto al centro de su órbita.

*Dato: Constante de Gravitación Universal*  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

**Problema 2.-** Tres cargas puntuales de valores  $q_1 = +3 \text{ nC}$ ,  $q_2 = -5 \text{ nC}$  y  $q_3 = +4 \text{ nC}$  están situadas, respectivamente, en los puntos de coordenadas (0,3), (4,3) y (4,0) del plano XY. Si las coordenadas están expresadas en metros, determine:

- a) La intensidad de campo eléctrico resultante en el origen de coordenadas.
- b) El potencial eléctrico en el origen de coordenadas.
- c) La fuerza ejercida sobre una carga  $q = 1 \text{ nC}$  que se sitúa en el origen de coordenadas.
- d) La energía potencial electrostática del sistema formado por las tres cargas  $q_1$ ,  $q_2$  y  $q_3$ .

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

## **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.

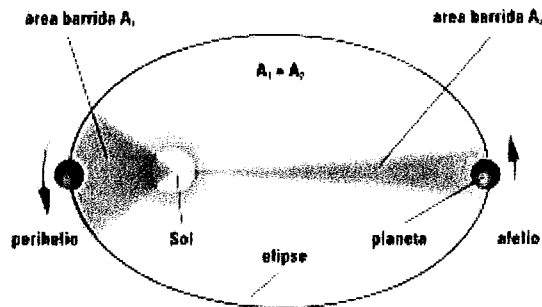
**FÍSICA**  
**SOLUCIONES**

**OPCION A**

**CUESTION 1**

(a) Segunda Ley de Kepler, también conocida como la ley de las áreas, señala que: “El vector de posición de cualquier planeta en relación con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.”

La segunda ley de Kepler implica que el producto de la velocidad por la distancia desde el Sol sea constante, de modo que la velocidad del planeta será máximo cuando la distancia sea mínima (Perihelio) y será mínima donde la distancia sea máxima (Afelio).



(b) La tercera Ley de Kepler afirma que: “Los cuadrados de los periodos de revolución de los planetas son proporcionales a los cubos de sus distancia medias al Sol.”

Asumimos que la órbita es circular de modo que

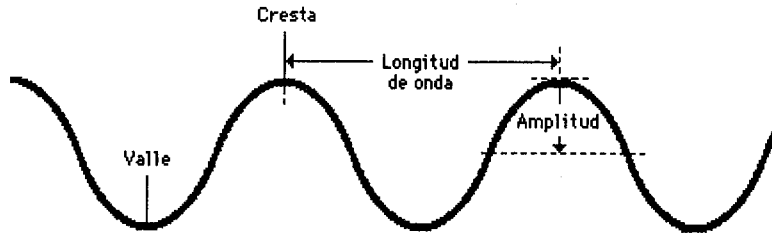
$$F_c = ma_c = G \frac{Mm}{r^2} \rightarrow a_c = G \frac{M}{r^2} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 r \rightarrow T^2 = \frac{(2\pi)^2}{GM} r^3 \rightarrow$$

$$C = \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

**CUESTION 2**

(a) La ecuación general de una onda armónica transversal unidimensional viene dada por la expresión

$$y(x,t) = A \text{sen} \left[ 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + \varphi_0 \right]$$



- (b) Amplitud,  $A$ . La máxima elongación de la expresión  $y(x,t)$  para un tiempo dado.  
 Periodo,  $T$ : El tiempo en realizar una onda completa  
 Longitud de onda,  $\lambda$ : La distancia entre dos máximos de una onda.  
 Fase inicial,  $\varphi_0$ : Es el ángulo inicial de fase con la que se describe el movimiento de la onda.

### CUESTION 3

La expresión del radio  $R$  de la órbita viene dado por  $R = \frac{mv}{qB}$ , donde  $m$  es la masa,  $v$  es la velocidad,  $q$  es la carga y  $B$  es la intensidad del campo magnético.

La relación entre las masas es:  $m_1 = 2m_2$  y dado que la energía cinética es la misma, entonces tenemos que  $\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2$ , con lo que  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ .

(a) El cociente entre los radios de las órbitas es:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{m_1v_1}{qB}}{\frac{m_2v_2}{qB}} = \frac{m_1v_1}{m_2v_2} = \frac{2m_2}{m_2} \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}$$

(b) La relación entre los periodos viene dada por:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{2\pi m_1}{qB}}{\frac{2\pi m_2}{qB}} = \frac{m_1}{m_2} = 2$$

## PROBLEMA 1



(a) La masa  $m = 0,75$  kg

Si hay 10 oscilaciones en 60 s, entonces  $T = 6$  s

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ de donde } \omega = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3} = 1,047 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow k = \omega^2 m = \left(\frac{\pi}{3}\right)^2 \times 0,75 = 0,82 \text{ N/m}$$

(b)

$$x(t) = A \cos(\omega t + \delta) = 0,20 \cos(1,047t) \text{ m}$$

(c)

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t) = -0,2094 \sin(1,047t) \text{ m/s}$$

$$x(30) = 0,2 \text{ m}$$

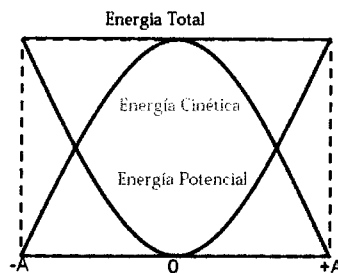
$$v(30) = 0 \text{ m/s}$$

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

$$E_c = E_m - E_p$$

$$E_{pm} = \frac{1}{2} kA^2 = 0,0164 \text{ J}$$

$$E_{cm} = 0,0164 \text{ J}$$



## PROBLEMA 2

(a)

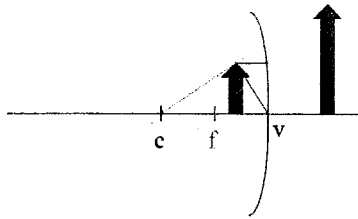
$$s = -20 \text{ cm}$$

$$f = -30 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{s'} + \frac{1}{-20} = \frac{1}{-30} \Rightarrow s' = 60 \text{ cm y situado a la derecha del espejo}$$

$$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{y'}{15} = -\frac{60}{-20} \Rightarrow y' = 45 \text{ cm}$$

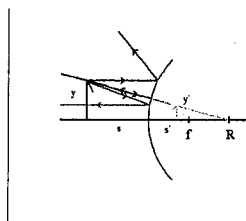
La imagen es real, situada a la derecha del espejo y de tamaño mayor



$$(b) \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{s'} + \frac{1}{-20} = \frac{1}{30} \Rightarrow s' = 12 \text{ cm}$$

$$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{y'}{15} = -\frac{12}{-20} \Rightarrow y' = 9 \text{ cm}$$

La imagen es virtual, situada a la derecha del espejo y de tamaño menor



## OPCION B

### CUESTION 1

- (a) El nivel de intensidad sonora de la onda S viene dada en función de la intensidad sonora I de la forma siguiente

$$S = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 80 = 10 \log \frac{I}{1 \times 10^{-12}} \Rightarrow I = 10^{-4} \text{ Wm}^{-2}$$

Potencia de la sirena

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow P = 4\pi \times 10^{-2} \text{ W}$$

- (b) Considerando que el frente de onda es una superficie esférica entonces

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \Rightarrow I_2 = I_1 \frac{r_1^2}{r_2^2} \Rightarrow I_2 = 10^{-4} \frac{10^2}{(5 \times 10^2)^2} = 4 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}$$

Por lo tanto el nivel de intensidad sonora será

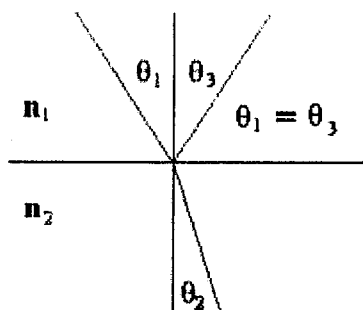
$$S = 10 \log \frac{4 \times 10^{-8}}{1 \times 10^{-12}} \Rightarrow S \approx 46 \text{ dB}$$

## CUESTION 2

(a) La ley de la reflexión de la luz nos indica que cuando un haz de luz incide sobre una superficie pulida, el rayo incidente se refleja de tal modo que:

- (1) Los rayos incidente, la normal en el punto de incidencia y el rayo reflejado se encuentran en el mismo plano.
- (2) El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

Estas dos leyes se conocen como las leyes de Snell de la reflexión.



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

La refracción de la luz es el fenómeno por el cual los rayos de luz cambian de dirección al pasar de un medio de índice de refracción diferente, de tal modo que:

- (1) El rayo incidente, la normal en el punto de incidencia y el rayo refractado están en el mismo plano.
- (2) Se cumple la relación siguiente entre índices de refracción y ángulo de incidencia y refracción

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

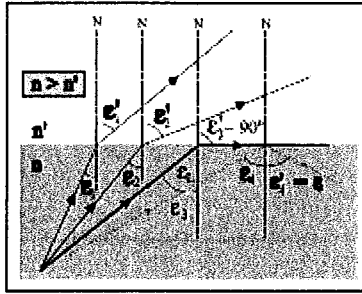
A estas dos leyes se les conoce como las leyes de Snell de la refracción.

(b) Cuando la luz pasa de un medio a otro de menor índice de refracción el rayo refractado se aleja de la normal en virtud de la ley de Snell de la refracción. Además a medida que el ángulo de incidencia aumenta, también lo hará el de refracción. Por tanto existirá un valor crítico del ángulo de incidencia para el que el rayo refractado salga rasante a la superficie de separación de ambos medios, es decir, que el ángulo de refracción sea  $90^\circ$ . A este ángulo crítico se le conoce como ángulo límite.

Si un rayo incide con un ángulo menor que el ángulo límite, sufre reflexión y refracción, pero si el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo límite el rayo no se refracta y solo se refleja. A este fenómeno se le conoce como reflexión total.



ÁNGULO LÍMITE Y REFLEXIÓN TOTAL.



CUESTION 3

En 1 hora se ha desintegrado el 10% de la muestra, de modo que queda el 90%, por lo que

$$N = 0.9N_0 \Rightarrow 0.9N_0 = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0.9 = -\lambda \Rightarrow \lambda = 0.105 \text{ h}^{-1}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0.105} \approx 6.6 \text{ h}$$

$$m = 120 \times e^{-0.105 \times 5} \approx 70.98 \text{ g}$$

PROBLEMA 1

$$M_I = 8.9 \times 10^{22} \text{ kg}$$

Periodo = 1,77 días

el radio medio orbital es de  $4.22 \times 10^8 \text{ m}$

(a) La masa de Jupiter

$$F = ma_n \Rightarrow \frac{GM_J M_I}{r^2} = M_I \omega^2 r \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{GM_J}{r^3}}$$

El periodo de la órbita es  $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_J}}$  de donde se deriva que

$$\text{La masa de Júpiter es } M_J = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2 G} = \frac{4\pi^2 (4.22 \times 10^8)^3}{(152928)^2 \times 6.67 \times 10^{-11}} = 1.9 \times 10^{27} \text{ kg}$$

(b) La intensidad de la gravedad debida a Júpiter en los puntos de la órbita de Io

$$g = G \frac{M_J}{r^2} = 6,67 \times 10^{-11} \frac{1,9 \times 10^{27}}{(4,22 \times 10^8)^2} = 0,71 \text{ ms}^{-2}$$

(c) La energía cinética de Io en su órbita

$$E_m = -\frac{GM_J M_I}{2r} = -E_c \Rightarrow E_m = -\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 1,9 \times 10^{27} \times 8,9 \times 10^{22}}{2 \times 4,22 \times 10^8} = -1,3 \times 10^{31} \text{ J}$$

Por tanto la energía cinética es  $E_c = 1,3 \times 10^{31} \text{ J}$

(d) El módulo del momento angular de Io respecto al centro de su órbita

El modulo del momento angular viene dado por

$$L = M_I v r = M_I \sqrt{\frac{2E_c}{M_I}} r = 8,9 \times 10^{22} \sqrt{\frac{2 \times 1,3 \times 10^{31}}{8,9 \times 10^{22}}} 4,22 \times 10^8 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$$

$$L = 6,42 \times 10^{35} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$$

## PROBLEMA 2

Los valores de las cargas viene dados por  $q_1 = +3 \text{ nC}$ ,  $q_2 = -5 \text{ nC}$  y  $q_3 = +4 \text{ nC}$  y están situados en los puntos de coordenadas (0,3), (4,3) y (4,0) del plano XY.

(a) La intensidad del campo eléctrico en el origen de coordenadas

$$\vec{E}_1 = K \frac{q_1}{r_1^2} \vec{u}_1 = -9 \times 10^9 \frac{3}{9} \times 10^{-9} \vec{j} = -3 \vec{j}$$

$$\vec{E}_2 = K \frac{q_2}{r_2^2} \vec{u}_2 = 9 \times 10^9 \frac{5}{25} \times 10^{-9} \left( \frac{4}{5} \vec{i} + \frac{3}{5} \vec{j} \right)$$

$$\vec{E}_3 = K \frac{q_3}{r_3^2} \vec{u}_3 = -9 \times 10^9 \frac{4}{16} \times 10^{-9} \vec{i}$$

De modo que el campo eléctrico en el origen de coordenadas será:

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

$$\vec{E}_T = -(0,81 \vec{i} + 1,92 \vec{j}) \text{ N/C}$$

(b) El potencial eléctrico en el origen de coordenadas

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 = K \frac{q_1}{r_1} + K \frac{q_2}{r_2} + K \frac{q_3}{r_3} = 9 \times 10^9 \left( \frac{3}{3} + \frac{-5}{5} + \frac{4}{4} \right) \times 10^{-9} = 9 \text{ V}$$

(c) La fuerza ejercida sobre una carga  $q = 1 \text{ nC}$  situada en el origen de coordenadas

$$\vec{F} = q\vec{E} = 1 \times 10^{-9} \times (-0,81\vec{i} - 1,92\vec{j}) = -(0,81 \times 10^{-9}\vec{i} + 1,92 \times 10^{-9}\vec{j}) \text{ N}$$

(d) La energía potencial electrostática del sistema formado por las tres cargas

$$U = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}} + K \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + K \frac{q_2 q_3}{r_{23}} = 9 \times 10^9 \left( -\frac{3 \times 5}{4} + \frac{3 \times 4}{5} - \frac{5 \times 4}{3} \right) \times 10^{-9} = -72,15 \text{ J}$$