

## OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

### Cuestiones [2 PUNTOS CADA UNA]

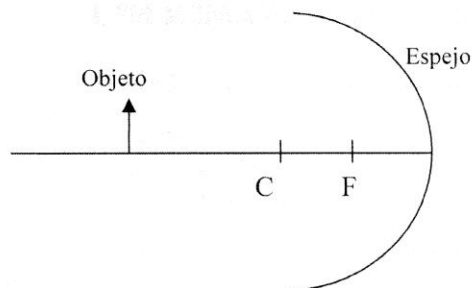
1. a) [1 PUNTO] Explicar qué son las líneas de campo eléctrico.  
b) [0,5 PUNTOS] ¿En qué se diferencia el dibujo de las líneas de campo eléctrico de un protón del dibujo de las líneas de campo gravitatorio de una masa puntual?  
c) [0,5 PUNTOS] Hallar el valor del campo gravitatorio de Neptuno en su superficie.

**Datos:** masa de Neptuno =  $1.02 \cdot 10^{26}$  kg; radio Neptuno =  $2.48 \cdot 10^4$  km  
constante de gravitación universal  $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup> kg<sup>-2</sup>

2. Un objeto se sitúa a 2 m de un espejo esférico cóncavo de radio 1 m.

- a) [1 PUNTO] Obtener la imagen del objeto mediante trazado de rayos.  
b) [1 PUNTO] Indicar si la imagen es real o virtual, derecha o invertida, mayor o menor que el objeto.

**Nota:** explicar el procedimiento seguido para trazar los rayos y razonar las respuestas.



3. Por una cuerda se propaga una onda armónica, cuya expresión matemática en unidades del SI (Sistema Internacional) es:

$$y(x,t) = 3 \sin\left(\pi\left(\frac{t}{4} - \frac{x}{8}\right)\right)$$

- a) [0,5 PUNTOS] Determinar la amplitud y la longitud de onda.  
b) [0,5 PUNTOS] Hallar el periodo de la onda y la frecuencia.  
c) [0,5 PUNTOS] Hallar la velocidad de propagación y el sentido.  
d) [0,5 PUNTOS] Hallar la velocidad transversal máxima de un punto de la cuerda.

4. Un átomo de hidrógeno se compone de un electrón y un protón separados por una distancia media de  $0.5 \cdot 10^{-10}$  m.

- a) [1 PUNTO] Hallar la fuerza gravitatoria y la fuerza eléctrica (fuerza de Coulomb) entre ambos.  
b) [0,5 PUNTOS] Dada la magnitud de estas fuerzas, ¿por qué no se considera la fuerza eléctrica para describir el movimiento de la Tierra en torno al Sol si ambos están formados por protones y electrones?  
c) [0,5 PUNTOS] Hallar la velocidad del electrón si se supone que describe una órbita circular alrededor del protón inmóvil.

**Datos:** masa del electrón  $m_{e^-} = 9.1 \cdot 10^{-31}$  kg, masa del protón  $m_{p^+} = 1.7 \cdot 10^{-27}$  kg,  
carga del electrón y del protón  $q_{p^+} = -q_{e^-} = 1.6 \cdot 10^{-19}$  C,  
constante de gravitación universal  $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup> kg<sup>-2</sup>  
constante de Coulomb  $k = 9 \cdot 10^9$  N m<sup>2</sup> C<sup>-2</sup>.

5. Un residuo de una unidad de medicina nuclear contiene  $8 \cdot 10^{18}$  átomos de una sustancia radiactiva cuyo periodo de semidesintegración es de 20 años.

- a) [1 PUNTO] Hallar la actividad inicial de la muestra.  
b) [0,5 PUNTOS] Hallar la actividad al cabo de 60 años.  
c) [0,5 PUNTOS] Hallar el número de átomos que se han desintegrado al cabo de 60 años.

1.-

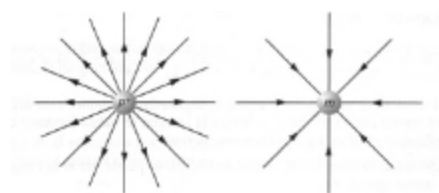
DATOS: Masa de Neptuno:  $1,02 \cdot 10^{26}$  kg; Radio de Neptuno:  $2,48 \cdot 10^4$  km  
 Constante de gravitación universal,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N . m<sup>2</sup> . kg<sup>-2</sup>

- a) (1 p) Explica qué son las líneas de campo eléctrico.

El campo eléctrico se representa gráficamente mediante las llamadas líneas de campo, que tienen la misma dirección que el vector campo en cada punto. Son líneas abiertas, que salen siempre de las cargas positivas o del infinito y terminan en el infinito o en las cargas negativas. El número de líneas entrantes o salientes de una carga deben ser proporcionales a dicha carga.

- b) (0,5 p) ¿En qué se diferencia el dibujo de las líneas de campo eléctrico de un protón del dibujo de las líneas del campo gravitatorio de una masa puntual?

Las líneas del campo eléctrico del protón son salientes y las líneas del campo gravitatorio de una masa puntual son entrantes



- c) (0,5 p) Halla el valor del campo gravitatorio de Neptuno en su superficie.

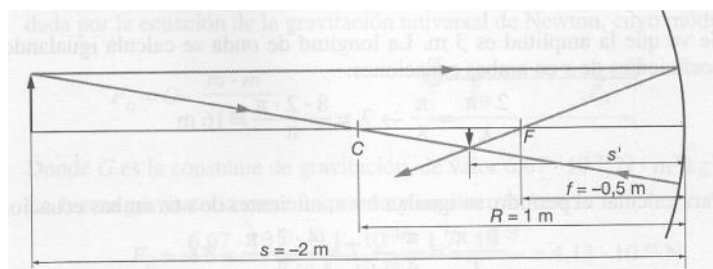
$$g_{0N} = \frac{G \cdot M_N}{(R_N)^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,02 \cdot 10^{26}}{(2,48 \cdot 10^7)^2} = 11,06 \frac{N}{kg} \text{ o } m/s^2$$

2.- Un objeto se sitúa a 2 m de un espejo esférico cóncavo de radio 1 m.

- a) (1 p) Obtén la imagen mediante el trazado de rayos, explicando el procedimiento seguido.

La construcción gráfica de las imágenes de un espejo curvo se puede realizar dibujando al menos dos rayos de trayectorias conocidas y hallando su intersección después de reflejarse en el espejo. Existen tres rayos cuyas trayectorias pueden ser trazadas fácilmente:

- Un rayo paralelo al eje óptico al reflejarse pasa por el foco si el espejo es cóncavo y parece provenir del foco si el espejo es convexo
- Un rayo que pasa por el centro de curvatura del espejo, se refleja en la misma trayectoria original
- Un rayo que pasa por el foco de un espejo cóncavo, o que se dirige al foco en un espejo convexo, se refleja paralelamente al eje óptico



- b) (1 p) Indica si la imagen es real o virtual, derecha o invertida, mayor o menor que el objeto.

La imagen es real (se forma mediante la intersección de los rayos), invertida y menor.

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{s'} + \frac{1}{-2} = \frac{2}{-1} \Rightarrow s' = -0,67 \text{ m}; \quad M_L = -\frac{s'}{s} = -\frac{-0,67}{-2} = -0,33$$

3.- Por una cuerda se propaga una onda armónica, cuya expresión matemática es, en unidades del Sistema Internacional:

$$y(x, t) = 3 \cdot \text{sen} \left[ \pi \cdot \left( \frac{t}{4} - \frac{x}{8} \right) \right]$$

a) (0,5 p) Determina la amplitud y la longitud de onda

La ecuación general de una onda armónica que se desplaza en el sentido izquierda-derecha es:

$$y(x; t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t - k \cdot x + \varphi_0) = A \cdot \cos \left( 2\pi \cdot f \cdot t - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x + \varphi_0 \right)$$

Por comparación:

$$A = 3 \text{ m}; \quad \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{8} \Rightarrow \lambda = 16 \text{ m}$$

b) (0,5) Halla el período de la onda y la frecuencia

$$2\pi \cdot f = \frac{\pi}{4} \Rightarrow f = 0,125 \text{ Hz}; \quad T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,125} = 8 \text{ s}$$

c) (0,5 p) Halla la velocidad de propagación de la onda y su sentido.

$$v = \lambda \cdot f = 16 \cdot 0,125 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ en sentido hacia la derecha (signo del termino en } x \text{ negativo)}$$

d) (0,5 p) Halla la velocidad transversal máxima de un punto de la cuerda

$$v = \frac{dy}{dt} = \frac{3\pi}{4} \cdot \cos \left[ \pi \cdot \left( \frac{t}{4} - \frac{x}{8} \right) \right]; \quad v_{\text{máx}} \Rightarrow \cos \left[ \pi \cdot \left( \frac{t}{4} - \frac{x}{8} \right) \right] = \pm 1 \Rightarrow v_{\text{máx}} = \pm \frac{3\pi}{4} = \pm 2,36 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.- Un átomo de hidrógeno se compone de un electrón y un protón separados por una distancia media de  $0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ .

DATOS:  $|e| = |p| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$   $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$   $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$   $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

a) (1 p) Halla la fuerza gravitatoria y la fuerza eléctrica entre ambos.

$$F_G = G \cdot \frac{m_p \cdot m_e}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{(0,5 \cdot 10^{-10})^2} = 4,05 \cdot 10^{-47} \text{ N}$$

$$F_e = K \cdot \frac{q_p \cdot q_e}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2}{(0,5 \cdot 10^{-10})^2} = 9,22 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

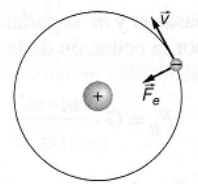
b) (0,5 p) Dada la magnitud de estas fuerzas, ¿por qué no se considera la fuerza eléctrica para describir el movimiento de la Tierra alrededor del Sol si ambos están formados por protones y electrones?

Los astros son neutros eléctricamente en general. Aunque tengan alguna carga neta, ésta no será muy grande comparada con la enorme masa de los astros del Sistema Solar. Así, aunque las fuerzas electrostáticas son mucho más intensas que las gravitatorias, no se consideran en el caso del movimiento de la Tierra alrededor del Sol.

c) (0,5 p) Halla la velocidad del electrón si se supone que describe una órbita circular alrededor del protón inmóvil.

La fuerza electrostática ejerce de fuerza centrípeta del movimiento del electrón:

$$K \cdot \frac{q_p \cdot q_e}{R^2} = m \cdot \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{K \cdot q_p \cdot q_e}{m \cdot R}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 0,5 \cdot 10^{-10}}} = 2,25 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$



5.- Un residuo de una unidad de medicina nuclear contiene  $8 \cdot 10^{18}$  átomos de una sustancia radiactiva cuyo período de semidesintegración es de 20 años.

a) **(1 p)** Halla la actividad inicial de la misma

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{20 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1} \Rightarrow A_0 = \lambda \cdot N_0 = 1,1 \cdot 10^{-9} \cdot 8 \cdot 10^{18} = 8,8 \cdot 10^9 \text{ Bq}$$

b) **(0,5 p)** Halla la actividad al cabo de 60 años.

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = A_0 \cdot e^{-\left(\frac{\ln 2}{T_{1/2}}\right) \cdot t} = 8,8 \cdot 10^9 \cdot e^{-\left(\frac{\ln 2}{20}\right) \cdot 60} = 1,1 \cdot 10^9 \text{ Bq}$$

c) **(0,5 p)** Halla el número de átomos que se han desintegrado al cabo de 60 años.

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 8 \cdot 10^{18} \cdot e^{-\left(\frac{\ln 2}{20}\right) \cdot 60} = 1 \cdot 10^{18} \text{ átomos quedan} \Rightarrow 7 \cdot 10^{18} \text{ átomos desintegrados}$$