



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOE – JUNIO 2012

## FÍSICA

### INDICACIONES

Elegir una de las dos opciones. No deben resolverse cuestiones de opciones diferentes.

### CONSTANTES FÍSICAS

Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	Constante de Planck	$h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Constante de gravitación universal	$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$	Masa del protón	$m_{p^+} = 1.7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Constante de Coulomb	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$	Carga del protón	$q_{p^+} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Masa del electrón	$m_{e^-} = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	Carga del electrón	$q_{e^-} = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

**Nota:** estas constantes se facilitan a título informativo

### OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1

1. Un satélite artificial gira en una órbita circular a una altura de 450 km sobre la superficie terrestre.

a) [1 PUNTO] Hallar la velocidad del satélite.

b) [1 PUNTO] Hallar su periodo orbital.

**Datos:** Masa de la Tierra:  $M_T = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ; Radio de la Tierra:  $R_T = 6 \cdot 370 \text{ km}$ .

2. Un foco sonoro emite una onda armónica de amplitud 7.0 Pa y frecuencia 220 Hz. La onda se propaga en la dirección positiva del eje X a una velocidad de  $340 \text{ m s}^{-1}$ . En el instante inicial la presión en el mismo foco es máxima.

a) [1 PUNTO] Hallar los valores de los parámetros  $A$ ,  $a$ ,  $b$  y  $\phi$  en la ecuación:

$$P(x, t) = A \sin\left(\frac{x}{a} - \frac{t}{b} + \phi\right)$$

de la onda sonora.

b) [1 PUNTO] Hallar la presión en el instante 300 s en un punto situado a una distancia de 2 m del foco.

3. Un objeto de altura 15 cm se sitúa a una distancia de 0.7 m de un espejo cóncavo de radio 1 m.

a) [1 PUNTO] Obtener la imagen del objeto mediante trazado de rayos, indicando el procedimiento seguido.

b) [0,5 PUNTOS] Indicar si la imagen es real o virtual, derecha o invertida, y mayor o menor que el objeto.

c) [0,5 PUNTOS] Explicar brevemente qué es la miopía y cómo puede corregirse.

4. Una carga puntual de  $27 \mu\text{C}$  se sitúa en el punto (0, 6) de un sistema de referencia (todas las distancias se dan en metros). Otra carga de  $-9 \mu\text{C}$  se fija en el punto (3, 0).

a) [1 PUNTO] Dibujar y calcular el vector campo eléctrico creado por ese sistema de cargas en el punto (3, 6).

b) [1 PUNTO] Hallar el potencial eléctrico en el punto (3, 6).

**Datos:**  $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$

5. Se emite un electrón cuando luz ultravioleta de longitud de onda 170 nm incide sobre una superficie pulida de zinc cuya función de trabajo es 4.31 eV.

a) [1 PUNTO] Hallar la velocidad del electrón emitido.

b) [0,5 PUNTOS] Hallar la distancia recorrida por el electrón si es sometido a una diferencia de potencial de  $10^4 \text{ V}$  que lo va frenando.

c) [0,5 PUNTOS] Describir el concepto de frecuencia umbral y su relación con la hipótesis cuántica de Planck.

**Datos:**  $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .

## CONSTANTES FÍSICAS

Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	Constante de Planck	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Constante de gravitación universal	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$	Masa del protón	$m_{p^+} = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Constante de Coulomb	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$	Carga del protón	$q_{p^+} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Masa del electrón	$m_{e^-} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	Carga del electrón	$q_{e^-} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

**Nota:** estas constantes se facilitan a título informativo

1.- Un satélite artificial gira en una órbita circular a una altura de 450 km sobre la superficie terrestre.

**DATOS:** Masa de la Tierra:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ; Radio de la Tierra:  $R_T = 6\,370 \text{ km}$ .

a) (1 p) Hallar la velocidad del satélite.

La fuerza gravitatoria de la Tierra actúa como fuerza centrípeta del movimiento del satélite.

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R^2} = m \cdot \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{6,82 \cdot 10^6}} = 7647,5 \text{ m/s}$$

b) (1 p) Hallar su periodo orbital.

Debido a que el satélite se mueve con movimiento circular uniforme:

$$T = \frac{2\pi \cdot R}{v_0} = \frac{2\pi \cdot 6,82 \cdot 10^6}{7647,5} = 5603 \text{ s} = 1,56 \text{ h}$$

2.- Un foco sonoro emite una onda armónica de amplitud 7,0 Pa y frecuencia 220 Hz. La onda se propaga en la dirección positiva del eje X a una velocidad de  $340 \text{ m.s}^{-1}$ . En el instante inicial la presión en el mismo foco es máxima.

a) (1 p) Hallar los valores de los parámetros A, a, b y  $\varphi_0$  en la ecuación,  $P(x, t) = A \cdot \text{sen} \left( \frac{x}{a} - \frac{t}{b} + \varphi_0 \right)$ , de la onda sonora.

Del enunciado extraemos que:  $v = 340 \text{ m/s}$ ;  $A = 7,0 \text{ Pa}$ ;  $f = 220 \text{ Hz}$  y  $P(0;0) = 7,0 \text{ Pa}$ .

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{220} = 1,545 \text{ m}$$

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

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

Por identificación de términos:

$$\frac{1}{a} = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow a = \frac{\lambda}{2\pi} = \frac{1,545}{2\pi} = 0,246 \text{ m}; \quad \frac{1}{b} = 2\pi \cdot f \Rightarrow b = \frac{1}{2\pi \cdot f} = \frac{1}{2\pi \cdot 220} = 7,23 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$P(x = 0; t = 0) = 7,0 \text{ Pa} \Rightarrow 7,0 = 7,0 \cdot \text{sen}(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

b) (1 p) Hallar la presión en el instante 300 s en un punto situado a una distancia de 2 m del foco.

$$P(x; t) = A \cdot \text{sen} \left( \frac{x}{a} - \frac{t}{b} + \varphi_0 \right) = 7,0 \cdot \text{sen} \left( \frac{x}{0,246} - \frac{t}{7,23 \cdot 10^{-4}} + \frac{\pi}{2} \right) \text{ (Pa)}$$

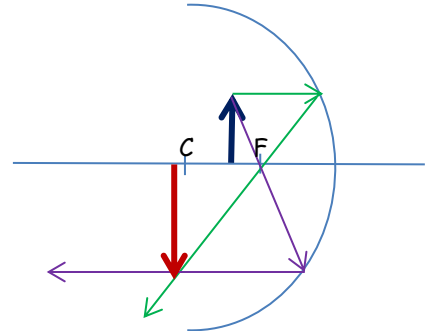
$$P(x = 2; t = 300) = 7,0 \cdot \text{sen} \left( \frac{2}{0,246} - \frac{300}{7,23 \cdot 10^{-4}} + \frac{\pi}{2} \right) = 5,62 \text{ Pa}$$

3.- Un objeto de altura 15 cm se sitúa a una distancia de 0,7 m de un espejo cóncavo de radio 1,0 m.

- a) (1 p) Obtener la imagen del objeto mediante trazado de rayos, indicando el procedimiento seguido.

La construcción gráfica de las imágenes que crea 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



La construcción no está hecha a escala

- b) (0,5 p) Indicar si la imagen es real o virtual, derecha o invertida, y mayor o menor que el objeto.

La ecuación fundamental de los espejos esféricos es:

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{s'} + \frac{1}{-0,7} = \frac{2}{-1} \Rightarrow s' = -1,75 \text{ m}$$

Se forma una imagen real, ya que se forma por intersección de los rayos reflejados, 1,75 m por delante del centro del espejo.

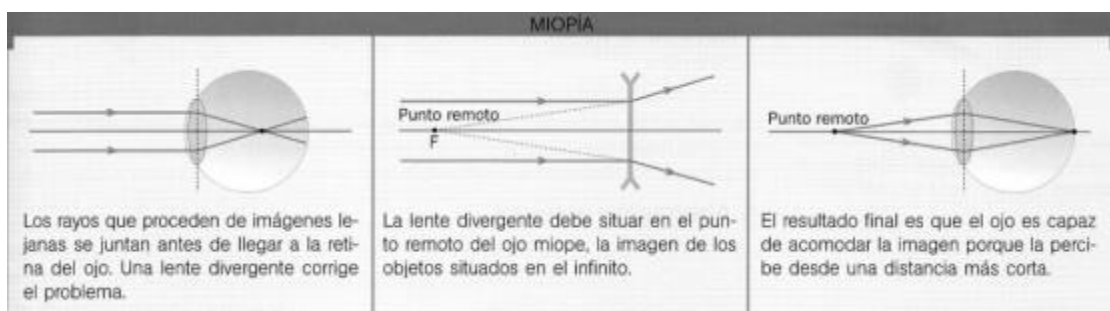
Para un espejo esférico, el aumento lateral es:

$$M_L = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \Rightarrow y' = y \cdot \left(-\frac{s'}{s}\right) = 15 \cdot \left(-\frac{-1,75}{-0,7}\right) = -37,5 \text{ cm}$$

La imagen es invertida (el signo del tamaño de la imagen es contrario a la del objeto) y de mayor tamaño.

- c) (0,5 p) Explicar brevemente qué es la miopía y cómo puede corregirse.

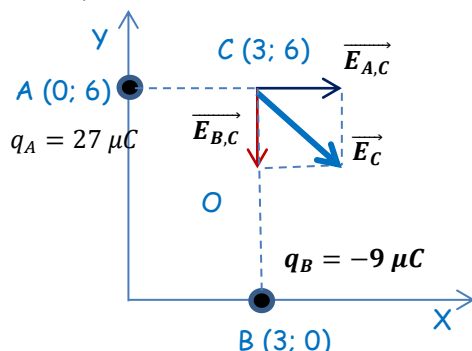
La miopía es un defecto visual por el que el cristalino no enfoca sobre la retina los rayos paralelos procedentes de un objeto lejano. La imagen se forma delante de la retina. Por consiguiente, una persona miope ve borrosos los objetos lejanos. Las personas miopes tienen el punto próximo a una distancia menor que el resto de la gente, pudiendo llegar a ver correctamente incluso a 5 cm. Se debe a que la córnea tiene demasiada curvatura o a que el ojo tiene una longitud mayor de la normal. Para corregir la miopía se usan lentes divergentes de forma que el foco imagen de esta lente coincida con el punto remoto del ojo.



4.- Una carga puntual de  $27 \mu\text{C}$  se sitúa en el punto (0, 6) de un sistema de referencia (todas las distancias se dan en metros). Otra carga de  $-9 \mu\text{C}$  se fija en el punto (3, 0).

DATOS:  $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$ .

- a) (1 p) Dibujar y calcular el vector campo eléctrico creado por ese sistema de cargas en el punto (3, 6).



$$\vec{E}_C = \vec{E}_{A,C} + \vec{E}_{B,C} = K \cdot \frac{q_A}{(r_{A,C})^2} \cdot \vec{i} + K \cdot \frac{q_B}{(r_{B,C})^2} \cdot (-\vec{j})$$

$$\vec{E}_C = \vec{E}_{A,C} + \vec{E}_{B,C} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{27 \cdot 10^{-6}}{(3)^2} \cdot \vec{i} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{9 \cdot 10^{-6}}{(6)^2} \cdot (-\vec{j})$$

$$\vec{E}_C = 27000 \vec{i} - 2250 \vec{j} \text{ N/C}$$

$$|\vec{E}_C| = \sqrt{(27000)^2 + (-2250)^2} = 27093,6 \text{ N/C}$$

- b) (1 p) Hallar el potencial eléctrico en el punto (3, 6).

$$V_C = V_{A,C} + V_{B,C} = K \cdot \left( \frac{q_A}{r_{A,C}} + \frac{q_B}{r_{B,C}} \right) = 9 \cdot 10^9 \cdot \left( \frac{27 \cdot 10^{-6}}{3} + \frac{(-9 \cdot 10^{-6})}{6} \right) = 67500 \text{ V}$$

5.- Se emite un electrón cuando luz ultravioleta de longitud de onda 170 nm incide sobre una superficie pulida de zinc cuya función de trabajo es 4,31 eV.

DATOS:  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .

- a) (1 p) Hallar la velocidad del electrón emitido.

Aplicando la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{\text{fotón inc.}} = W_{\text{ext}} + E_C \Rightarrow E_C = E_{\text{fotón inc.}} - W_{\text{ext}} = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_{\text{ext}}$$

$$E_{\text{fotón inc.}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{170 \cdot 10^{-9}} - (4,31 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) = 4,75 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_C}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,75 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 1,02 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

- b) (0,5 p) Hallar la distancia recorrida por el electrón si es sometido a un campo eléctrico de  $10^4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$  que lo va frenando.

Por el principio de conservación de la energía el trabajo realizado por el campo sobre los electrones emitidos (este trabajo es negativo ya que la fuerza es de sentido contrario al desplazamiento del electrón), supone una variación en su energía cinética, recorriendo una distancia  $d$  hasta que son frenados totalmente:

$$W = \Delta E_C \Rightarrow -F \cdot d = 0 - E_{C,\text{inicial}} \Rightarrow E \cdot q \cdot d = E_{C,\text{inicial}}$$

$$d = \frac{E_{C,\text{inicial}}}{E \cdot q} = \frac{4,75 \cdot 10^{-19}}{10^4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,97 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

- c) (0,5 p) Describir el concepto de frecuencia umbral y su relación con la hipótesis de Planck.

En el efecto fotoeléctrico, para cada metal existe una frecuencia luminosa umbral,  $f_0$ , por debajo de la cual no se produce la emisión fotoeléctrica, sea cual sea la intensidad de la luz o radiación incidente. Einstein propuso que en el efecto fotoeléctrico la radiación electromagnética en su interacción con los electrones de la materia se comporta en la forma propuesta por Planck para

los osciladores atómicos en relación con la radiación del cuerpo negro, de tal manera que la energía no se absorbe de forma uniforme sino de forma cuantizada.

Para un cierto metal, su función trabajo es  $\phi = h \cdot f_0$ , donde  $f_0$  es su frecuencia umbral. Cuando el metal es iluminado con luz de menor frecuencia, no surgen electrones del metal, con independencia de la intensidad de la luz incidente. A partir de esa frecuencia de iluminación, surgen electrones con velocidad al cuadrado proporcional a la diferencia entre la frecuencia de iluminación y la frecuencia umbral. Se trata de un fenómeno cuántico (relacionado con la hipótesis de Planck); es decir, los electrones en la materia, como si fueran osciladores cuánticos, no pueden acumular energía de forma continua, sólo discreta.