



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOE – JUNIO 2014

## FÍSICA

### INDICACIONES

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

### CONSTANTES FÍSICAS

Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	Masa del electrón	$m_{e^-} = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Constante de gravitación universal	$G = 6.7 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$	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	$q_{p^+} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Constante de Planck	$h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$	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

- Un cuerpo de masa  $10^5 \text{ kg}$  se encuentra fijado en el punto  $(-110, 0)$  de un cierto sistema de referencia y otro cuerpo de masa  $10^6 \text{ kg}$  se encuentra fijado en el punto  $(110, 0)$ . Todas las distancias se dan en metros.
  - [1 PUNTO] Calcular y dibujar el vector campo gravitatorio producido por estas dos masas en el punto  $(0,0)$ .
  - [0,5 PUNTOS] Hallar el potencial gravitatorio debido a estas dos masas en el punto  $(0, 0)$ .
  - [0,5 PUNTOS] Describir brevemente el principio de superposición.
- Un sistema elástico, constituido por un cuerpo de masa  $10^4 \text{ g}$  unido a un muelle (sin masa), realiza un movimiento armónico simple con un periodo de 0.90 s. La energía total del sistema es de 250 J.
  - [1 PUNTO] Hallar la constante elástica del muelle.
  - [1 PUNTO] Hallar la amplitud de la oscilación del cuerpo.
- Se dispone de una lente convergente delgada de distancia focal 90 cm. Calcúlese, dibujando previamente un trazado de rayos cualitativo,
  - [1 PUNTO] la posición y altura de la imagen formada por la lente si el objeto tiene una altura 10 cm y se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 85 cm, y
  - [0,5 PUNTOS] la naturaleza (real o virtual) de la imagen formada.
  - [0,5 PUNTOS] Describir el defecto visual de 'la miopía' y explicar cómo se corrige.
- Una espira circular de sección  $100 \text{ cm}^2$  se encuentra situada en un campo magnético uniforme de módulo  $B = 1.5 \text{ T}$ , siendo el eje perpendicular a la espira, y que pasa por su centro, paralelo a las líneas del campo magnético.
  - [1 PUNTO] Si la espira gira alrededor de uno de sus diámetros, perpendicular a su eje, con una frecuencia de 25 Hz, determínese la fuerza electromotriz inducida en la espira.
  - [1 PUNTO] Si la espira está inmóvil, con su sección perpendicular al campo, y el campo magnético disminuye de forma uniforme, hasta hacerse nulo, en 0,01 s, determínese la fuerza electromotriz inducida en la espira en ese intervalo de tiempo.
- Una onda electromagnética de longitud de onda 70 nm incide sobre la superficie de un metal cuya función de trabajo es de 7.31 eV.
  - [1 PUNTO] Estimar si se van a emitir electrones del metal y, en su caso, hallar la velocidad máxima de los electrones emitidos.
  - [1 PUNTO] Si la longitud de onda de la onda que incide sobre el metal se divide por 3, ¿cuál es, en su caso, la nueva velocidad máxima de los electrones emitidos?

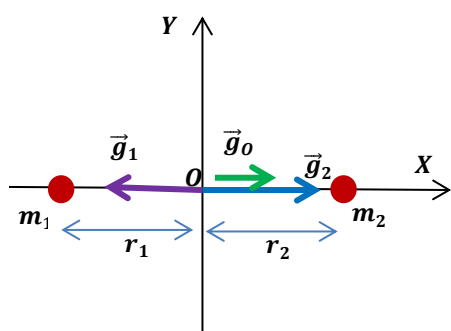
**Datos:**  $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .

CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	Masa del electrón	$m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Constante de gravitación universal	$G = 6.7 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$	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	$q_{p+} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Constante de Planck	$h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

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

1.- Un cuerpo de masa  $10^5 \text{ kg}$  se encuentra fijado en el punto  $(-110, 0)$  de un cierto sistema de referencia y otro cuerpo de masa  $10^6 \text{ kg}$  se encuentra fijado en el punto  $(110, 0)$ . Todas las distancias se dan en metros.

- a) (1 p) Calcular y dibujar el vector campo gravitatorio producido por estas dos masas en el punto  $(0,0)$ .



$$r_1 = r_2 = r = 110 \text{ m}$$

$$\vec{g}_0 = \vec{g}_1 + \vec{g}_2$$

$$\vec{g}_0 = -G \cdot \frac{m_1}{r^2} \cdot \vec{i} + G \cdot \frac{m_2}{r^2} \cdot \vec{i} = \frac{G}{r^2} \cdot (m_2 - m_1) \cdot \vec{i} \quad \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\vec{g}_0 = \frac{6,67 \cdot 10^{-11}}{110^2} \cdot (10^6 - 10^5) = 4,96 \cdot 10^{-9} \cdot \vec{i} \quad \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

- b) (0,5 p) Hallar el potencial gravitatorio debido a estas dos masas en el punto  $(0,0)$ .

$$V_0 = V_{1,0} + V_{2,0} = \left( -G \cdot \frac{m_1}{r_1} \right) + \left( -G \cdot \frac{m_2}{r_2} \right) = -\frac{G}{r} \cdot (m_1 + m_2)$$

$$V_0 = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11}}{110} \cdot (10^5 + 10^6) = -6,7 \cdot 10^{-7} \text{ J/kg}$$

- c) (0,5 p) Describir brevemente el "principio de superposición".

Aplicado al campo gravitatorio, el principio de superposición dice que la intensidad de campo gravitatorio,  $\vec{g}$ , en un punto debido a un sistema de masas puntuales es igual a la suma de las intensidades de campo debidos a cada una de las masas  $m_i$  del sistema. Además, el campo creado en dicho punto por cada masa  $m_i$  es el mismo que si las demás masas del sistema no existieran:

$$\vec{g} = \sum_{i=1}^{i=n} \vec{g}_i$$

Este principio puede ser aplicado también a la fuerza gravitatoria, al potencial gravitatorio y a la energía potencial gravitatoria, siendo en estos últimos dos casos una suma escalar.

2.- Un sistema elástico, constituido por un cuerpo de masa  $10^4 \text{ g}$  unido a un muelle (sin masa), realiza un movimiento armónico simple con un periodo de  $0,90 \text{ s}$ . La energía total del sistema es de  $250 \text{ J}$ .

- a) (1 p) Hallar la constante elástica del muelle.

Del análisis de la dinámica del m.a.s. tenemos:

$$\begin{cases} F = -K \cdot x \\ F = m \cdot a = -m \cdot \omega^2 \cdot x \end{cases} \Rightarrow K = m \cdot \omega^2 = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} = 10 \cdot \frac{4\pi^2}{(0,90)^2} = 487,4 \text{ N/m}$$

b) (1 p) Hallar la amplitud de la oscilación del cuerpo.

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot K \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot K \cdot (A^2 - x^2) + \frac{1}{2} \cdot K \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot K \cdot A^2$$

$$A = \sqrt{\frac{2 \cdot E_m}{K}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 250}{487,4}} = 1,013 \text{ m}$$

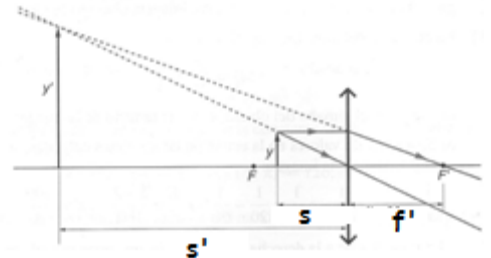
3.- Se dispone de una lente convergente delgada de distancia focal 90 cm. Calcúlese, dibujando previamente un trazado de rayos cualitativo,

a) (1 p) la posición y altura de la imagen formada por la lente si el objeto tiene una altura 10 cm y se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 85 cm.

El trazado de rayos no está hecho a escala porque es imposible.

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas es:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-85} = \frac{1}{90} \Rightarrow s' = -1530 \text{ cm}$$



Para una lente delgada, el aumento lateral es:

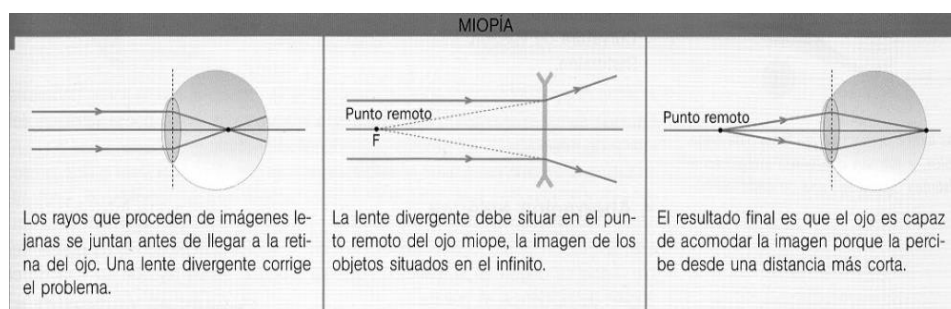
$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow y' = y \cdot \left(\frac{s'}{s}\right) = 10 \cdot \left(\frac{-1530}{-85}\right) = 180 \text{ cm}$$

b) (0,5 p) la naturaleza (real o virtual) de la imagen formada.

La imagen es virtual, ya que se forma por la prolongación de los rayos refractados en la lente. También podría saberse que la imagen es virtual porque la distancia imagen ( $s'$ ) es negativa. La lente convergente actúa como lupa.

c) (0,5 p) Describir el defecto visual de "la miopía" y explicar cómo se corrige.

La miopía es el defecto visual por el que el cristalino no enfoca sobre la retina los rayos paralelos procedentes de un objeto lejano, formándose la imagen por delante de la retina. Por consiguiente, una persona miope ve borrosos los objetos lejanos. 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 (acercamos los objetos muy lejanos a su punto remoto) para que ahora sean enfocados sobre la retina (hemos "desplazado" la focal imagen del ojo hasta la retina). 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.



4.- Una espira circular de sección  $100 \text{ cm}^2$  se encuentra situada en un campo magnético uniforme de módulo  $B = 1,5 \text{ T}$ , siendo el eje perpendicular a la espira, y que pasa por su centro, paralelo a las líneas del campo magnético.

- a) (1 p) Si la espira gira alrededor de uno de sus diámetros, perpendicular a su eje, con una frecuencia de  $25 \text{ Hz}$ , determínese la fuerza electromotriz inducida en la espira.

Por definición el flujo magnético que atraviesa una superficie es:

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

Siendo  $\theta$  el ángulo formado entre los vectores intensidad de campo magnético y superficie. Como la espira está girando con movimiento circular uniforme, este ángulo va variando a lo largo del tiempo de acuerdo a:

$$\theta = \theta_0 + \omega \cdot t = 0 + 2\pi \cdot f \cdot t = 50\pi \cdot t \quad (\text{rad/s})$$

Por lo tanto, el flujo es:

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \theta = 1,5 \cdot 0,01 \cdot \cos(50\pi \cdot t) = 0,015 \cdot \cos(50\pi \cdot t) \quad (\text{Wb})$$

Para calcular la f.e.m. inducida aplicamos la ley de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d\phi}{dt} = -N \cdot \frac{d(0,015 \cdot \cos(50\pi \cdot t))}{dt}$$

$$\varepsilon_{\text{ind}} = -1(0,015 \cdot 50\pi \cdot -\text{sen}(50\pi \cdot t)) = 2,36 \cdot \text{sen}(50\pi \cdot t) \quad (\text{V})$$

- b) (1 p) Si la espira está inmóvil, con su sección perpendicular al campo, y el campo magnético disminuye de forma uniforme, hasta hacerse nulo, en  $0,01 \text{ s}$ , determínese la fuerza electromotriz inducida en la espira en ese intervalo de tiempo.

Al inicio el flujo es máximo y cuando se anula el campo el flujo es cero.

$$\varepsilon_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -N \cdot \frac{(0 - B \cdot S \cdot \cos 0^\circ)}{\Delta t} = -1 \cdot \left[ \frac{0 - (1,5 \cdot 0,01)}{0,01} \right] = 1,5 \text{ V}$$

5.- Una onda electromagnética de longitud de onda  $70 \text{ nm}$  incide sobre la superficie de un metal cuya función de trabajo es de  $7,31 \text{ eV}$ .

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

- a) (1 p) Estimar si se van a emitir electrones del metal y, en su caso, hallar la velocidad máxima de los electrones emitidos.

Para que se produzca efecto fotoeléctrico debe cumplirse que:  $E_{\text{fotón incidente}} > W_{\text{ext}}$

Si calculamos la energía del fotón incidente:

$$E_{\text{fotón incidente}} = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{7 \cdot 10^{-8}} = 2,84 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 17,76 \text{ eV}$$

Como la energía del fotón incidente es mayor que la función trabajo (trabajo de extracción) sí se produce efecto fotoeléctrico.

Si aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{\text{fotón inc.}} = W_0 + (E_c)_{\text{electrón emitido}} \Rightarrow E_c = E_{\text{fotón inc.}} - W_0$$

$$E_c = 17,76 - 7,31 = 10,45 \text{ eV} = 1,672 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e^2 \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,672 \cdot 10^{-18}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 1,92 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

- b) **(1 p)** Si la longitud de onda de la onda que incide sobre el metal se divide por 3, ¿cuál es, en su caso, la nueva velocidad máxima de los electrones emitidos?

Ahora la energía de los fotones incidentes es:

$$E'_{\text{fotón incidente}} = h \cdot \frac{c}{\lambda'} = h \cdot \frac{c}{(\lambda/3)} = 3 \cdot E_{\text{fotón incidente}} = 3 \cdot 17,76 = 53,28 \text{ eV}$$

$$E'_{\text{fotón inc.}} = W_0 + (E'_c)_{\text{electrón emitido}} \Rightarrow E'_c = E_{\text{fotón inc.}} - W_0$$

$$E'_c = 53,28 - 7,31 = 45,97 \text{ eV} = 7,35 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$E'_c = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e'^2 \Rightarrow v'_e = \sqrt{\frac{2 \cdot E'_c}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7,35 \cdot 10^{-18}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 4,02 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$