UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOE – SEPTIEMBRE 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	$c = 3\ 10^8$ m/s	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1

1. La aceleración de la gravedad en la superficie de un planeta P es de 5.44 m/s^2 y su masa es 1100 veces la masa de la Tierra. Pueden utilizarse los datos de la Tierra y de la gravedad en la superficie terrestre.

a) [1 PUNTO] Hallar el radio del planeta P.

b) [1 PUNTO] Hallar la velocidad de escape desde la superficie del planeta P.

Datos: Masa de la Tierra P: $M_T = 5.98\ 10^{24}$ kg, radio de la Tierra: $R_T = 6370$ km, gravedad en la superficie de la Tierra: $g = 9.80$ m s^{-2}.

2. En una cuerda se propaga una onda armónica cuya ecuación, expresada en unidades del SI, viene dada por la ecuación:

$$y\,(x,\,t) = 6 \text{ sen } \left(5t - 8x + \frac{\pi}{6}\right)$$

a) [1 PUNTO] Hallar la amplitud, el período, la frecuencia y la longitud de onda de dicha onda.

b) [0,5 PUNTOS] Hallar la velocidad de propagación de la onda.

c) [0,5 PUNTOS] Describir brevemente la `doble periodicidad de la función de onda'.

3. Se dispone de una lente delgada convergente de distancia focal 40 cm.

a) [1 PUNTO] Calcular, después de dibujar un esquema de trazado de rayos, la posición y la altura de la imagen formada por la lente si un objeto de 7 cm de altura se encuentra situado delante de ella a una distancia de 41 cm.

b) [1 PUNTOS] Calcular, después de dibujar un esquema de trazado de rayos, la posición y la naturaleza de la imagen formada por la lente si un objeto de 5 cm de altura se encuentra situado delante de ella a una distancia de 100 cm.

4. En cada punto (–100, 0) y (10, 0) de un sistema de coordenadas, con las distancias dadas en metros, se fija una carga eléctrica puntual de carga 30 μC.

a) [1 PUNTO] Dibujar y calcular el vector campo eléctrico en el punto (0,0).

b) [1 PUNTO] Hallar el potencial eléctrico en el punto (0,0).

Datos: 1 μC = 10^{-6} C.

5. La energía mínima necesaria para arrancar un electrón de una lámina de un cierto metal es de $9.59\ 10^{-19}$ J.

a) [1 PUNTO] Hallar la frecuencia umbral para este metal y la longitud de onda correspondiente a la misma.

b) [0,5 PUNTOS] Si se incide con una luz de longitud de onda 100 nm, ¿qué energía cinética máxima tendrán los electrones extraídos?

c) [0,5 PUNTOS] Explicar brevemente el significado físico de la `función trabajo' de un metal.

Datos: 1 nm = 10^{-9} m.

SEPTIEMBRE 2014 – OPCIÓN 1

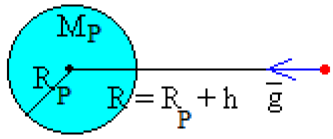
CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3\ 10^8$ m/s	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

1.- La aceleración de la gravedad en la superficie de un planeta P es 5,44 m/s^2 y su masa es 1100 veces la masa de la Tierra. Pueden utilizarse los datos de la Tierra y de la gravedad en la superficie terrestre.

DATOS: Masa de la Tierra, M_T = 5,98.10^{24} kg   Radio de la Tierra, R_T = 6370 km
Gravedad en la superficie terrestre, g_0 = 9,80 m/s^2

a) **(1 p)** Hallar el radio del planeta P.



Teniendo en cuenta la definición de intensidad de campo gravitatorio:

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m} = -G\,.\,\frac{M}{r^2}\,\vec{u_r}$$

Cuyo módulo es:

$$g = \frac{F}{m} = G\,.\,r\frac{M}{r^2}$$

Si llamamos g_0 a la intensidad de campo gravitatorio en la superficie terrestre, tenemos:

$$g_P = G\,.\,\frac{M_P}{(R_P)^2} = G\,.\,\frac{1100\,.\,M_T}{(R_P)^2} = \frac{1100\,.\,g_0\,.\,(R_T)^2}{(R_P)^2}$$

$$R_P = R_T\,.\,\sqrt{\frac{1100\,.\,g_0}{g_P}} = 6370\,.\,\sqrt{\frac{1100\,.\,9,80}{5,44}} = 2,84.10^5\ km$$

b) **(1 p)** Hallar la velocidad de escape desde la superficie del planeta P.

La velocidad de escape es la velocidad mínima que debemos suministrar a un cuerpo situado dentro de un campo gravitatorio para escapar de la influencia de éste. Cuando el cuerpo alcanza esta situación su energía mecánica es 0.

$$\frac{-G\,.\,M_P\,.\,m}{R_P} + \frac{1}{2}\,.m\,.v_{e,P}^2 = 0 \ \Rightarrow\ v_{e,P} = \sqrt{\frac{2\,.\,G\,.\,M_P}{R_P}} = \sqrt{2\,.\,g_P\,.\,R_P}$$

$$v_{e,P} = \sqrt{2\,.\,5,44\,.\,2,84.10^8} = 5,56.10^4\ \ m/s$$

2.- En una cuerda se propaga una onda armónica cuya ecuación, expresada en unidades del SI, viene dada por la ecuación:

$$y\,(x,t) = 6\,.\,sen\left(5t - 8x + \frac{\pi}{6}\right)$$

a) **(1 p)** Hallar la amplitud, el período, la frecuencia y la longitud de onda de dicha onda.

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

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

Por lo que, identificando términos:

$$\boldsymbol{A = 6\ m;} \qquad 5 = 2\,\pi\,.\,f \;\Rightarrow\; \boldsymbol{f = \frac{5}{2\pi} = 0,796\ Hz;} \qquad 8 = \frac{2\pi}{\lambda} \;\Rightarrow\; \boldsymbol{\lambda = \frac{2\pi}{8} = 0,785\ m}$$

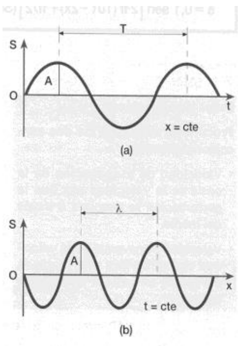
b) **(0,5 p)** Hallar la velocidad de propagación de la onda.

$$v = \lambda\,.\,f = \frac{2\pi}{8}\,.\,\frac{5}{2\pi} = \boldsymbol{0,625\ m/s}$$

c) **(0,5 p)** Describir brevemente la "doble periodicidad de la función de onda".

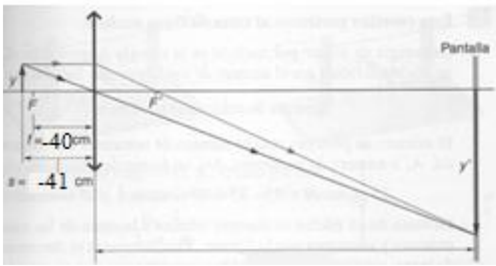
La ecuación de una onda armónica unidimensional es doblemente periódica: respecto al tiempo y respecto a la distancia.

- **Para un punto dado (x = cte.), la elongación, y, es función senoidal del tiempo con un período T. El estado de vibración de cualquier partícula se repite en los instantes: $t + n\,.\,T,\ con\,n = 1, 2, 3\,...$; y se encuentran en oposición de fase en: $t + (2n+1)\,.\,\frac{T}{2};\ con\,n = 0, 1, 2\,....$**
- **En un instante determinado (t =cte.), la elongación es función senoidal de la distancia x, con un períodoλ. Es como si hiciésemos una fotografía de la onda en ese instante. El estado de vibración de una partícula se repite en las posiciones: $x + n\,.\,\lambda,\ con\,n = 1, 2, 3\,...$ y se encuentran en oposición de fase las que se encuentran en: $x + (2n+1)\,.\,\frac{\lambda}{2};\ con\,n = 0, 1, 2\,....$**



3.- Se dispone de una lente delgada convergente de distancia focal 40 cm.

a) **(1 p)** Calcular, después de dibujar un esquema del trazado de rayos, la posición y la altura de la imagen formada por la lente si un objeto de 7 cm de altura se encuentra situado delante de ella a una distancia de 41 cm.



Al estar el objeto tan cerca de la focal, la imagen se forma muy lejos por detrás de la lente, por lo que no se puede hacer un esquema a escala. Un esquema aproximado sería el siguiente.

La ecuación fundamental de las lentes delgadas es:

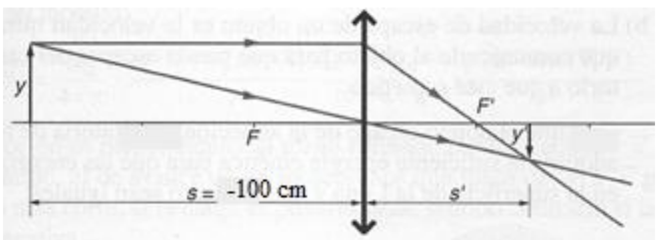
$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \;\Rightarrow\; \frac{1}{s'} - \frac{1}{-41} = \frac{1}{40} \;\Rightarrow\; \boldsymbol{s' = 1640\ cm}$$

Para una lente delgada, el aumento lateral es:

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \;\Rightarrow\; y' = y.\left(\frac{s'}{s}\right) = 7.\left(\frac{1640}{-41}\right) = \boldsymbol{-280\ cm}$$

La imagen es real (se forma por detrás de la lente), invertida y mayor que el objeto.

b) **(1 p)** Calcular, después de dibujar un esquema del trazado de rayos, la posición y la naturaleza de la imagen formada por la lente si un objeto de 5 cm de altura se encuentra situada delante de ella a una distancia de 100 cm.



La ecuación fundamental de las lentes delgadas es:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \;\Rightarrow\; \frac{1}{s'} - \frac{1}{-100} = \frac{1}{40} \;\Rightarrow\; \boldsymbol{s' = 66,67\ cm}$$

Para una lente delgada, el aumento lateral es:

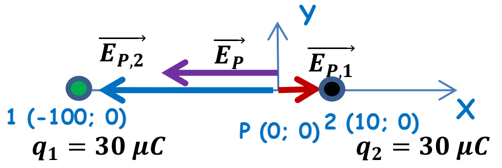
$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad y' = y.\left(\frac{s'}{s}\right) = 5.\left(\frac{66,67}{-100}\right) = -3,33\ cm$$

La imagen es real (se forma por detrás de la lente), invertida y menor que el objeto.

4.- En cada punto (-100; 0) y (10; 0) de un sistema de coordenadas, con las distancias en metros, se fija una carga eléctrica puntual de carga 30 μC.

DATO: 1 μC = 10^{-6} C

a) **(1 p)** Dibujar y calcular el vector campo eléctrico en el punto (0; 0)



$$\vec{E}_P = \vec{E}_{P,1} + \vec{E}_{P,2} = K.\frac{q_1}{(r_{P1})^2}.(\vec{\imath}) + K.\frac{q_2}{(r_{P2})^2}.(-\vec{\imath})$$

$$\vec{E}_P = K\ .\ q\ .\left(\frac{1}{(r_{P1})^2} - \frac{1}{(r_{P2})^2}\right).\ (\vec{\imath})$$

$$\vec{E}_P = 9.10^9\ .\ 30.10^{-6}\ .\left(\frac{1}{(100)^2} - \frac{1}{(10)^2}\right).\ (\vec{\imath}) = -2673\ \vec{\imath}\quad N/C$$

b) **(1 p)** Hallar el potencial eléctrico en el punto (0; 0)

$$V_P = V_{1,P} + V_{2,P} = K\ .\left[\frac{q_1}{r_{1A}} + .\ \frac{q_2}{r_{2A}}\right] = K\ .\ q\ .\left(\frac{1}{r_{1A}} + \frac{1}{r_{2A}}\right) = 9.10^9\ .\ 30.10^{-6}\ .\left(\frac{1}{100} + \frac{1}{10}\right) = 29700\ V$$

5.- La energía mínima necesaria para arrancar un electrón de una lámina de un cierto metal es de $9{,}59.10^{-19}$ J.

DATO: 1 nm = 10^{-9} m

a) **(1 p)** Hallar la frecuencia umbral para este metal y la longitud de onda correspondiente a la misma.

El trabajo de extracción, W_0, se corresponde con la energía mínima necesaria para arrancar el electrón, Si la energía del fotón es mayor que el trabajo de extracción, el electrón escapa del metal con una determinada energía cinética. Este trabajo de extracción se corresponde con una frecuencia mínima de la radiación (frecuencia umbral) o una longitud de onda máxima (longitud de onda umbral) necesaria para que se produzca el efecto fotoeléctrico.

$$W_0 = h\ .\ f_0 \quad \Rightarrow \quad f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{9,59.10^{-19}}{6,63.10^{-34}} = 1,45.10^{15}\ Hz$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3.10^8}{1,45.10^{15}} = 2,07.10^{-7}\ m$$

b) **(0,5 p)** Si se incide con luz de una longitud de onda de 100 nm, ¿qué energía cinética máxima tendrán los electrones extraídos?

Si aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón\ incidente} = W_0 + \left(E_{C,máx}\right)_{electrón\ emitido} \quad \Rightarrow \quad \left(E_{C,máx}\right)_{electrón\ emitido} = E_{fotón\ incidente} - W_0$$

$$\left(E_{C,máx}\right)_{electrón\ emitido} = \left(h\ .\ \frac{c}{\lambda}\right) - W_0 = \left(6,63.10^{-34}\ .\ \frac{3.10^8}{100.10^{-9}}\right) - 9,59.10^{-19} = 1,03.10^{-18}\ J$$

c) **(0,5 p)** Explicar brevemente el significado de la "función trabajo" de un metal

La función de trabajo o trabajo de extracción es la energía mínima que debe proporcionarse a un electrón para liberarlo de la superficie de un metal determinado. En el efecto fotoeléctrico, la

excitación electrónica es obtenida por absorción de un fotón. Si la energía del fotón es mayor que la función de trabajo de la sustancia, se produce la emisión fotoeléctrica y el electrón es liberado de la superficie. El exceso de energía del fotón se traduce en la liberación del electrón con energía cinética distinta de cero.