OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

1. Un pequeño satélite de masa 4500 kg describe una órbita circular alrededor de Saturno, a una altura de 25000 km sobre su superficie.

a) [1 PUNTO] Hallar el periodo del movimiento orbital del satélite.

b) [0,5 PUNTOS] Hallar la energía total del satélite.

b) [0,5 PUNTOS] ¿Cómo se puede obtener la velocidad de escape de un planeta?

Datos: Masa de Saturno: $M_S = 5.688\ \ 10^{26}$ kg; Diámetro de Saturno: $D_S = 1.205\ \ 10^5$ km.

2. Por una cuerda se propaga un movimiento ondulatorio caracterizado por la onda (en unidades del SI):

$$y\,(x,\,t) = 2\ \text{sen}\left[2\pi\left(\frac{t}{5} - \frac{x}{10}\right)\right]$$

a) [1 PUNTO] Hallar el periodo, la frecuencia, la longitud de onda y la velocidad de esta onda.

b) [1 PUNTO] Hallar la distancia a la que se encuentran, en un instante dado, dos puntos de esa cuerda que tienen una diferencia de fase entre ellos de 10π radianes.

3. Se dispone de una lente convergente delgada de distancia focal 30 cm. Determínese, efectuando un trazado de rayos cualitativo:

a) [1 PUNTO] La posición y altura de la imagen formada por la lente si el objeto tiene una altura de 6 cm y se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 40 cm.

b) [1 PUNTO] La naturaleza (real o virtual) de la imagen formada.

4. Dos cargas eléctricas de +20 μC (positiva) y -80 μC (negativa) están fijas en los puntos (-80,0) y (160,0) del plano (X,Y). Todas las coordenadas se dan en metros.

a) [1 PUNTO] Calcular el campo eléctrico en el punto (0,0) de dicho plano.

b) [1 PUNTO] Calcular el potencial electrostático en el punto (0,0).

Datos: 1 μC = 10^{-6} C.

5. La actividad de una muestra de una sustancia queda dividida por 16 cuando han transcurrido 10 días.

a) [1 PUNTO] Hallar la constante de desintegración y el período de semidesintegración de dicha sustancia.

b) [0,5 PUNTOS] Si cuando han transcurrido 2 días, la actividad de la sustancia es de 10^{16} Bq, ¿cuántos átomos radiactivos había inicialmente?

c) [0,5 PUNTOS] Describir brevemente un proceso de desintegración en el que se emite una partícula α (alfa).

Datos: 1 Bq = 1 desintegración por segundo.

FÍSICA SEPTIEMBRE 2016 OPCIÓN 2

CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0\ 10^8$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9.0\ 10^9$ 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.- Un pequeño satélite de masa 4500 kg describe una órbita circular alrededor de Saturno, a una altura de 25000 km sobre su superficie.

DATOS: Masa de Saturno: M_S = 5,688 10^{26} kg Diámetro de Saturno: D_S = 1,205.10^5 km.

a) **(1 p)** Hallar el periodo del movimiento orbital del satélite.

La fuerza gravitatoria del planeta actúa como fuerza centrípeta del movimiento del satélite.

$$r = R_p + h = 6,025.10^7 + 2,5.10^7 = 8,525.10^7\ m$$

$$G.\frac{M_P.m}{r^2} = m.\frac{v_O^2}{r} \Rightarrow v_O = \sqrt{\frac{G.M_P}{r}} = \sqrt{\frac{6,7.10^{-11}.5,668.10^{26}}{8,525.10^7}} = 2,11.10^4\ m/s$$

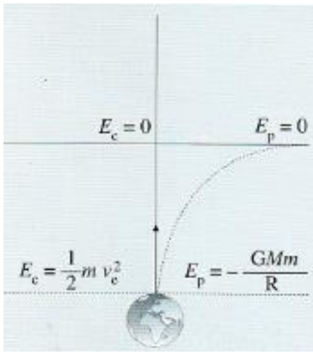
$$T = \frac{2\pi.R}{v_0} = \frac{2\pi.8,525.10^7}{2,11.10^4} = 25386\ s \cong 7,05\ h$$

b) **(0,5 p)** Hallar la energía total del satélite.

$$E_m = E_p + E_C = \frac{-G.M_P.m}{R} + \frac{1}{2}.m.v_O{}^2 = \frac{-G.M_P.m}{2.R}$$

$$E_m = \frac{-6,7.10^{-11}.5,668.10^{26}.4500}{2.8,525.10^7} = -1.10^{12}\ J$$

c) **(0,5 p)** ¿Cómo se puede obtener la velocidad de escape de un planeta?



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.
La fuerza gravitatoria es una fuerza conservativa, de modo que la energía mecánica se conserva.
Para que un cuerpo lanzado desde un punto dentro de un campo gravitatorio pueda abandonar éste, el cuerpo debe llegar a un punto suficientemente alejado con energía potencial gravitatoria nula (ya que hemos tomado como referencia potencial 0 un punto suficientemente alejado, el infinito, donde la influencia gravitatoria puede considerarse nula) y con energía cinética nula. Cuando el cuerpo alcanza esta situación su energía mecánica es 0, de modo que aplicando el principio de conservación de la energía mecánica:

$$\frac{-G.M.m}{R} + \frac{1}{2}.m.v_e^2 = 0 \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2.G.M}{R}}$$

2.- Por una cuerda se propaga un movimiento ondulatorio caracterizado por la onda (en unidades del SI):

$$y\,(x,t) = 2\,.\,sen\left[2\pi\,.\,\left(\frac{t}{5} - \frac{x}{10}\right)\right]$$

a) **(1 p)** Hallar la amplitud, el periodo, la frecuencia, la longitud de onda y la velocidad de esta onda.

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

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

Por identificación:

$$A = 2\,m; \qquad \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{5} \Rightarrow T = 5\;s; \qquad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{5} = 0,2\,Hz; \qquad \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{10} \Rightarrow \lambda = 10\;m$$

$$v = \lambda\,.\,f = 10\,.\,0,2 = 2\;m/s$$

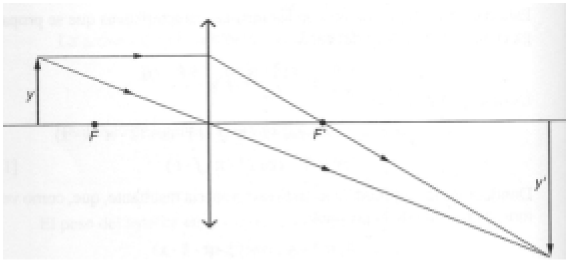
b) **(1 p)** Hallar la distancia a la que se encuentran, en un instante dado, dos puntos de esa cuerda que tienen una diferencia de fase entre ellos de 10π radianes.

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{\Delta x}{\Delta\varphi} \quad\Rightarrow\quad \Delta x = \frac{\lambda\,.\,\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{10\,.\,10\pi}{2\pi} = 50\;m$$

3.- Se dispone de una lente convergente delgada de distancia focal 30 cm. Determínese, efectuando 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 de 6 cm y se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 40 cm.

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:



$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad\Rightarrow\quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{-40} = \frac{1}{30} \quad\Rightarrow\quad s' = 120\;cm$$

Para una lente delgada, el aumento lateral es:

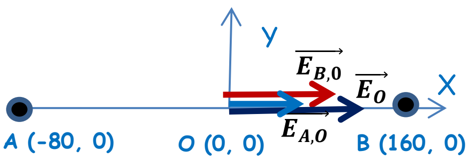
$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad\Rightarrow\quad y' = y.\left(\frac{s'}{s}\right) = 6.\left(\frac{120}{-40}\right) = -18\;cm\;(imagen\;invertida)$$

b) **(1 p)** La naturaleza (real o virtual) de la imagen formada.

La imagen es real, ya que se forma por la intersección de los rayos refractados en la lente.

4.- Dos cargas eléctricas de +20 μC (positiva) y -80 μC (negativa) están fijas en los puntos (-80; 0) y (160; 0) del plano (X,Y). Todas las coordenadas se dan en metros.

a) **(1 p)** Calcular el campo eléctrico en el punto (0,0) de dicho plano.



$q_A = 20\;\mu C$ $\qquad$ $q_B = -80\;\mu C$

$$\vec{E}_O = \vec{E}_{A,O} + \vec{E}_{B,O} = K\,.\left(\frac{q_A}{(r_{AO})^2} + \frac{|q_B|}{(r_{BO})^2}\right).\;\vec{\imath}\quad N/C$$

$$\vec{E}_O = 9.10^9\,.\left(\frac{20.10^{-6}}{(80)^2} + \frac{80.10^{-6}}{(160)^2}\right).\;\vec{\imath} = 56,25\;\vec{\imath}\quad N/C$$

b) **(1 p)** Calcular el potencial electrostático en el punto (0,0).

$$V_O = V_{A,O} + V_{B,O} = K\,.\,\left(\frac{q_A}{r_{A,O}} + \frac{q_B}{r_{B,O}}\right) = 9.10^9\,.\,\left(\frac{20.10^{-6}}{80} + \frac{(-80.10^{-6})}{160}\right) = -2250\ V$$

5.- La actividad de una muestra de una sustancia queda dividida por 16 cuando han transcurrido 10 días.

DATO: 1 Bq = 1 desintegración por segundo.

a) **(1 p)** Hallar la constante de desintegración y el período de semidesintegración de dicha sustancia.

$$A = A_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \ \Rightarrow\ \frac{A_0}{16} = A_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \ \Rightarrow\ ln\left(\frac{1}{16}\right) = -\lambda\,.\,t$$

$$\lambda = -\frac{ln\left(\frac{1}{16}\right)}{t} = -\frac{-2{,}77}{10\,.\,24\,.\,3600} = 3{,}2.10^{-6}\ s^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{ln\,2}{\lambda} = \frac{ln\,2}{3{,}2.10^{-6}} = 2{,}17.10^5\ s = 60{,}17\ horas \cong 2{,}5\ días$$

a) **(0,5 p)** Si cuando han transcurrido 2 días, la actividad de la sustancia es de 10^{16} Bq, ¿cuántos átomos radiactivos había inicialmente?

$$A = A_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \ \Rightarrow\ A_0 = \frac{A}{e^{-\lambda\,.\,t}} = \frac{10^{16}}{e^{-(3{,}2.10^{-6}\,.\,2\,.\,24\,.\,3600)}} = 1{,}74.10^{16}\ Bq$$

$$A_0 = \lambda\,.\,N_0 \ \Rightarrow\ N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{1{,}74.10^{16}}{3{,}2.10^{-6}} = 5{,}43.10^{21}\ átomos$$

b) **(0,5 p)** Describir brevemente un proceso de desintegración en el que se emite una partícula α (alfa).

Los rayos α están formados por núcleos de helio, es decir, átomos de helio que han perdido sus dos electrones y tienen dos cargas eléctricas positivas. Tienen un escaso poder de penetración y son frenados por unos pocos centímetros de aire, sin embargo, debido a su gran masa, son muy ionizantes, arrancando electrones a otros átomos.
Cuando un núcleo X emite una partícula α, se convierte en otro, Y, con cuatro unidades menos de número másico y dos unidades menos de número atómico.

$${}^{A}_{Z}X \ \rightarrow\ {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha \qquad o \qquad {}^{A}_{Z}X \ \rightarrow\ {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$