EXAMEN SELECTIVIDAD FÍSICA , MADRID, SEPTIEMBRE 2007

Cuestión 1.- a) ¿Cuál es la aceleración de la gravedad en la superficie de un planeta esférico cuyo radio es la mitad del de la Tierra y posee la misma densidad media? b) ¿Cuál sería el periodo de la órbita circular de un satélite situado a una altura de 400 km respecto a la superficie del planeta?

Datos: Radio de la Tierra $R_r=6371$ *km*
Aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra $g=9,8\ m/s^2$

a)

$$d = M / V = M / (4.\pi.R^3/3) \rightarrow M / R^2 = 4.\pi.R.\ d /3$$
$$g = F/m = G.\ M / r^2 \rightarrow g_o = G.\ M / R^2 = G.4.\pi.R.\ d /3$$
$$g_o(\text{planeta}) / g_o(\text{tierra}) = (R.d)(\text{planeta}) / (R.d)(\text{tierra}) = ½ \rightarrow g_o(\text{planeta}) = g_o(\text{tierra}) / 2 = 9'8 / 2 = 4'9\ m/s^2$$

b)

$g_o = G.\ M / R^2 \rightarrow G.M = g_o\ .\ R^2$
$G.M.m / r^2 = m.w^2.r \rightarrow g_o\ .\ R^2 = w^2.r^3 \rightarrow g_o\ .\ R^2 = (2.\pi / T)^2.r^3 \rightarrow T^2 = 4.\pi^2.r^3\ /(g_o.R^2)$

Siendo R = 6371000 / 2 = 3185500 m ,, r = R + h = 3185500 +400000 = 3585500 m $\rightarrow$ T = 6049,63 s

Cuestión 2.- Una onda sinusoidal transversal en una cuerda tiene un periodo de 0,2 s y se propaga en el sentido negativo del eje X a una velocidad de 30 *m/s.* En el instante t=0, la partícula de la cuerda en x=0 tiene un desplazamiento positivo de 0,02 m y una velocidad de oscilación negativa de 2 *m/s.* a) ¿Cuál es la amplitud de la onda? b) ¿Cuál es la fase inicial? c) ¿Cuál es la máxima velocidad de oscilación de los puntos de la cuerda? d) Escriba la función de onda correspondiente.

$$T = 0'2 \rightarrow w = 2.\pi /T = 10.\pi$$
$$v = w / k \rightarrow k = w / v = 10.\pi / 30 = \pi / 3$$

La ecuación general de una onda es $y = A\ .\ \text{sen} (w.t +– k.x + \Phi)$
Por ser la velocidad negativa $\rightarrow$ $y = A\ .\ \text{sen} (10.\pi.t + \pi.x /3 + \Phi) \rightarrow y' = A\ .\ 10.\pi.\ \cos (10.\pi.t + \pi.x /3 + \Phi)$

Al principio, x=0, t=0 :

$y = A\ .\ \text{sen} (10.\pi.t + \pi.x /3 + \Phi) \rightarrow 0'02 = A\ .\ \text{sen} (10.\pi.0 + \pi.x0/ 3 + \Phi) \rightarrow 0'02 = A\ .\ \text{sen} (\Phi)$

$y' = A\ .\ 10.\pi.\ \cos (10.\pi.t + \pi.x /3 + \Phi) \rightarrow - 2 = A\ .\ 10.\pi.\ \cos (10.\pi.0 + \pi.0 /3 + \Phi) \rightarrow - 2 = A10.\pi.\ \cos (\Phi)$

dividiendo y despejando $\rightarrow$ tg $(\Phi) = - \pi. /10 \rightarrow \Phi$ (seno positivo, coseno negativo) = $-0'3 + \pi$ = **2,837 rad**

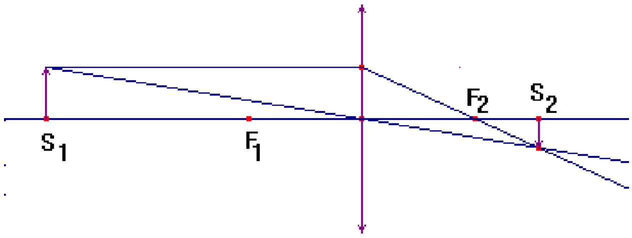
$\rightarrow$ $0'02 = A\ .\ \text{sen} (\Phi) \rightarrow A = 0'02 / \text{sen} (2,837) =$ **0'06673**

$\rightarrow$ **$y = 0'06673\ .\ \text{sen} (10.\pi.t + \pi.x /3 + 2,837)$** $\rightarrow$ $y' = 0'06673\ .\ 10.\pi.\ \cos (10.\pi.t + \pi.x /3 + 2,837)$

$\rightarrow$ $y'(\text{máx}) = 0'06673\ .\ 10.\pi =$ **2'096 m/s**

Cuestión 3.- Una lente convergente tiene una distancia focal de 20 cm. Calcule la posición y aumento de la imagen que produce dicha lente para un objeto que se encuentra delante de ella a las siguientes distancias: a) 50 cm; b) 15 cm. . Realice el trazado de rayos en ambos casos.

a)



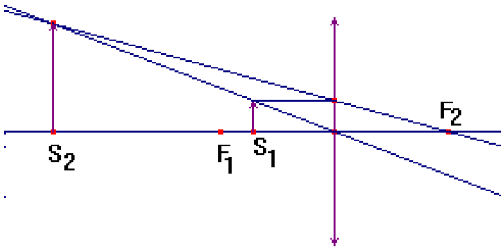
$1 / s_2 - 1 / s_1 = 1 / f_2 \quad \rightarrow \quad 1 / s_2 - 1 / (-50) = 1 / 20$

$1 / s_2 = 1 / 20 - 1 / 50 = 3 / 100 \quad \rightarrow \quad s_2 = 100/3 = +33'3$ cm

$A = y_2 / y_1 = s_2 / s_1 = 100/3 / (-50) = -2/3$

Imagen menor, real e invertida

b)



$1 / s_2 - 1 / s_1 = 1 / f_2 \quad \rightarrow \quad 1 / s_2 - 1 / (-15) = 1 / 20$

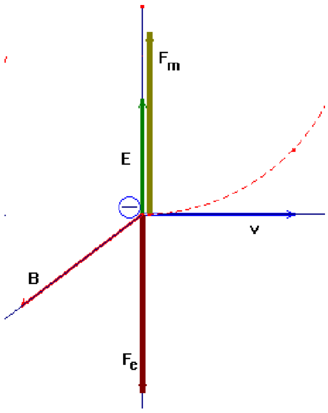
$1 / s_2 = 1 / 20 - 1 / 15 = -1 / 60 \quad \rightarrow \quad s_2 = -60$ cm

$A = y_2 / y_1 = s_2 / s_1 = -60 / (-15) = +4$

Imagen mayor, virtual y derecha

Cuestión 4.- a) ¿Cuál es la velocidad de un electrón cuando se mueve en presencia de un campo eléctrico de módulo 3,5x1O^5 N/C y de un campo magnético de 2 T, ambos mutuamente perpendiculares y, a su vez, perpendiculares a la velocidad del electrón, para que éste no se desvíe? b) ¿Cuál es el radio de la órbita descrita por el electrón cuando se suprime el campo eléctrico?

Datos: Masa del electrón m_e =9,1 . 10^{-31} kg; Valor absoluto de la carga del electrón e=1,6.10^{-19} C



Si el electrón no se desvía, las fuerzas eléctricas y magnéticas tienen que ser iguales y opuestas:

$F_e = q \cdot E$,, $F_m = q \cdot (v \wedge B)$

$F_e = F_m$ à $q \cdot E = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen } 90$ à $v = E / B = 3'5.10^5 / 2 = 1'75.10^5$ m/s

Si desaparece el campo eléctrico , el campo magnético desvía al electrón describiendo una circunferencia de radio y centro en semieje vertical:

$F_c = F_m$ à $m \cdot v^2 / R = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen } 90$ à $R = m.v / q.B = 0{,}0000005$ m

Cuestión 5.- Determine la longitud de onda de De Broglie y la energia cinética, expresada en eV, de: a) un electrón cuya longitud de onda de De Broglie es igual a la longitud de onda en el vacío de un fotón de energia 10^4 eV; b) una piedra de masa 80 g qne se mueve con una velocidad de 2 *m/s*.

Datos: Constante de Planck h=6,63x10^{-34} J s; Velocidad de la luz en el vacío c=3.10^8 m/s
Masa del electrón m_e =9,1 . 10^{-31} kg; Valor absoluto de la carga del electrón e=1,6.10^{-19} C

Fotón: $E = h \cdot F = h \cdot c / \lambda$ à $\lambda = h \cdot c / E = 6'63.10^{-34} \cdot 3.10^8 / (10^4.1'6.10^{-19}) = 1'243125 \cdot 10^{-10}$ m

a) La cantidad de movimiento del electrón será :

$p = h / \lambda = 6'63.10^{-34} / 1'243125 \cdot 10^{-10} = 5'3 \cdot 10^{24}$ kg.m/s

$v = p / m = 5'3 \cdot 10^{24} / 9'1.10^{-31} = 5'861.10^6$ m/s , 2% de c, el comportamiento es no relativista

$E = m.v^2/2 = 9'1.10^{-31} \cdot (5'861.10^6)^2 /2 = 0{,}00000000000000001'6 \cdot 10^{-17}$ J = 97'7 eV

b) $\lambda = h / p = 6'63.10^{-34} / (0'080 \cdot 2) = 4'14.10^{-33}$ m

$E = m.v^2/2 = 0'08 \cdot 2^2 /2 = 0'16$ J $= 1.10^{18}$ eV

REPERTORIO A. Problema 1.- Un satélite de masa 20 kg se coloca en órbita circular sobre el ecuador terrestre de modo que su radio se ajusta para que dé una vuelta a la Tierra cada 24 horas. Así se consigue que siempre se encuentre sobre el mismo punto respecto a la Tierra (satélite geoestacionario).
¿Cuál debe ser el radio de su órbita?
b) ¿Cuánta energía es necesaria para situarlo en dicha órbita?

Datos: Constante de Gravitación Universal $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$
Masa de la Tierra $M_r = 5.96 \times 10^{24}\ kg$
Radio dela Tierra $Rr = 6371\ km$

La fuerza de atracción gravitatoria es la fuerza centrípeta necesaria para orbitar

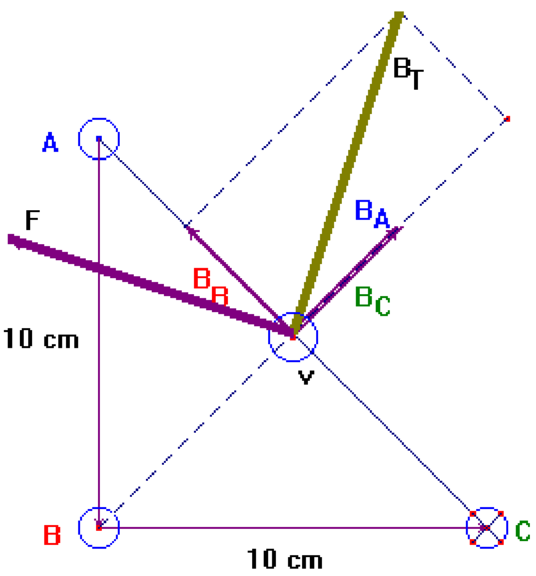
$$F_c = F_g \ \text{à}\ \ m.w^2.\ r = G.\ M.m / r^2 \quad \text{à}\ \ r = (G.M / w^2)^{1/3}$$
$$r = [\ 6'67.10^{-11}.\ 5'96.10^{24} / (2.\pi /(24.3600))^2]^{1/3} = 4'22.10^7\ m$$

La energía necesaria para colocar allí el satélite será la diferencia entre la energía total allí y la energía del punto de salida, supongamos el suelo:

$$E = E_m(\text{órbita}) - E_m(\text{suelo}) = (E_c + E_p)(\text{órbita}) - E_p(\text{suelo}) = -\ G.M.m /(2.r) + G.M.m/R = G.M.m.\ (1/R - 1/2r)$$

$$E = 6'67.10^{-11}.\ 5'96.10^{24}.20\ (\ 1/6'371.10^6 - 1/8'44.10^7) = 1'15.10^9\ J$$

REPERTORIO A. Problema 2.- Tres hilos conductores rectilíneos, muy largos y paralelos, se disponen como se muestra en la figura (perpendiculares al plano del papel pasando por los vértices de un triángulo rectángulo). La intensidad de corriente que circula por todos ellos es la misma, I=25 A, aunque el sentido de la corriente en el hilo C es opuesto al de los otros dos hilos.
Determine: El campo magnético en el punto *P*, punto medio del segmento *AC*.
La fuerza que actúa sobre una carga positiva $Q=1'6.10^{-19}$ C si se encuentra en el punto *P* moviéndose con una velocidad de 10^6 m/s perpendicular al plano del papel y con sentido hacia fuera.
Datos: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_o = 4.\pi.10^{-7}\ N\ A^{-2}$



El triángulo es rectángulo e isósceles, por lo que el segmento BP es la altura y divide al triángulo en otros dos iguales e isósceles
$AC = (0'1^2 + 0'1^2)^{1/2} = 0'1414$ m,,, $BP = AP = CP = 0'07$ m

El Campo magnético creado por un hilo es: $B = \mu.I /(2.\pi.d)$
En el punto P los campos serán, por ser las distancias y corrientes iguales:
$B_A = B_B = B_C = \mu.I /(2.\pi.d) = 4.\pi.10^{-7}.\ 25 /(2.\ \pi.0'07) = 7'14.10^{-5}$ T

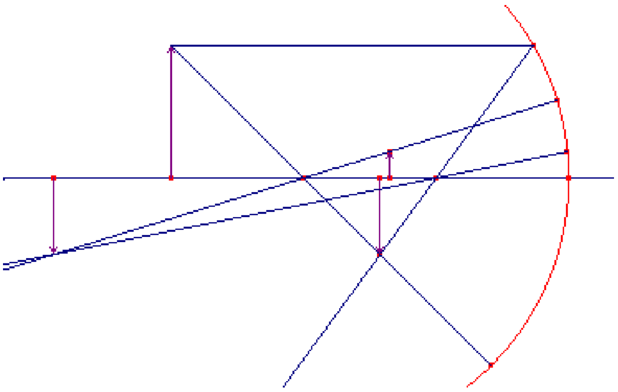
$B_{Ax} = B_{Ax} = 7'14.10^{-5}$ .sen 45 $= 5'05.10^{-5}$

$\mathbf{B_A} = 5'05.10^{-5}\ .\mathbf{i} + 5'05.10^{-5}\ .\ \mathbf{j}$
$\mathbf{B_C} = 5'05.10^{-5}\ .\mathbf{i} + 5'05.10^{-5}\ .\ \mathbf{j}$
$\mathbf{B_B} = -5'05.10^{-5}\ .\mathbf{i} + 5'05.10^{-5}\ .\ \mathbf{j}$

$\mathbf{B_T} = 5'05.10^{-5}\ .\mathbf{i} + 15'15.10^{-5}\ .\ \mathbf{j}$

$\mathbf{F} = q.\ (\mathbf{v \wedge B}) = 1'6.10^{-19}\ .[\ (10^6.\ \mathbf{k}\ ) \wedge(\ 5'05.10^{-5}\ .\mathbf{i} + 15'15.10^{-5}\ .\ \mathbf{j}\ )] = -\ 24{,}24.10^{20}\ \mathbf{i}\ + 8'08.10^{20}\ \mathbf{j}$

REPERTORIO B. Problema 1.- Un espejo esférico cóncavo tiene un radio de 10 cm. Determine la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 5 cm de altura que se encuentra frente al mismo, a la distancia de 15 cm. ¿Cómo es la imagen obtenida? Efectúe la construcción geométrica de dicha imagen.
Un segundo objeto de 1 cm de altura se sitúa delante del espejo, de manera que su imagen es del mismo tipo y tiene el mismo tamaño que la imagen del objeto anterior. Determine la posición que tiene el segundo objeto respecto al espejo.



$1 / S_2 + 1 / S_1 = 1 / f$,, $A = y_2 / y_1 = – S_2 / S_1$

f = R/” = 10 / 2 = 5 cm

$1 / S_2 + 1 / (–15) = 1 / (–5)$

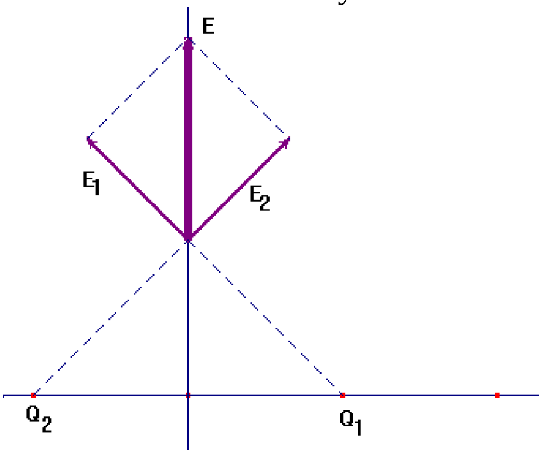
$1 / S_2 = + 1 / 15 – 1 / 5 = – 2 /15$ à S_2 = - 7’5 cm
$y_2 = – y_1 . S2 / S_1$ = – 5 . (- 7’5)/(-15) = - 5/2 = - 2’5

la imagen es real, menor e invertida.

$A = y_2 / y_1 = – S_2 / S_1$ à - 2’5 / 1 = $– S_2 / S_1$ à S_2 = 2’5 . S_1

$1 / S_2 + 1 / S_1 = 1 / f$ à 1 / (2’5.S_1) + 1 / S_1 = 1 / (–5) à S_1 = – 7 cm à S_2 = – 17’5 cm

REPERTORIO B. Problema 2.- Se disponen dos cargas eléctricas sobre el eje X: una de valor Q_1 en la posición (1,0), y otra de valor Q_2 en (-1,0). Sabiendo qne todas las distancias están expresadas en metros, determine en los dos casos siguientes:
a) Los valores de las cargas Q_1 y Q_2 para que el campo eléctrico en el punto (0,1) sea el vector E = 2 . 10^5j N/C, siendo j el vector unitario en el sentido positivo del eje Y.
b) La relación entre las cargas Q_1 y Q_2 para que el potencial eléctrico en el punto (2,0) sea cero.
Datos: Constante de la ley de Coulomb k =9.10^9 N m^2C^{-2}



a) Para que el campo total tenga el sentido j, los campos E_1 y E_2 deben ser iguales, por lo tanto $Q_1 = Q_2$ y positivas

$E^2 = E_1^2 + E_2^2$ à $E_1 = E_2 = E /2^{1/2}$ = 0’707.2.10^5 = 1’41.10^5 N/C

$E = k.Q/r^2$ à $Q = E.r^2 /k$ = 1’41.10^5 . 2 /9.10^9 = 3’14.10^{-5} C

b) $V = V_1 + V_2 = k.Q_1/1 + k.Q_2/3 = 0$

à Q_1 / Q_2 = - 1 / 3