FÍSICA

Opción A

1. Un mini-satélite artificial de 310 kg utilizado para aplicaciones de observación de la Tierra con alta resolución, gira en una órbita circular a 600 km de altura sobre la superficie terrestre. Calcule:
   a. Velocidad en órbita (0,3 puntos)
   b. Periodo orbital (0,3 puntos)
   c. Energía potencial (0,3 puntos)
   d. Energía mecánica del mismo. (0,3 puntos)
   e. Energía necesaria para que, partiendo de esa órbita se coloque en otra órbita circular a una altura de 1000 km (0,3 puntos).

Datos: G = 6,67· 10^{-11} Nm^2/kg^2, R_T = 6370 km, M_T = 5,98·10^{24}Kg.

Solución:
Para calcular la velocidad orbital, el periodo y la energía potencial partimos de la expresión F_C=F_G:

$$a)\ F_C = F_G \rightarrow m\frac{v^2}{r} = G\frac{mM_T}{r^2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}} = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h}} = \sqrt{\frac{6{,}67\ 10^{-11} 5{,}98\ 10^{24}}{6{,}97\ 10^6}}$$
$$= 7565\ m/s$$

$$b)\ v = \frac{2\pi r}{T} \rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM_T}} = 5789\ s$$

$$c)\ E_P = -G\frac{mM_T}{r} = -1{,}77\ 10^{10}\ J$$

$$d)\ E_M = E_C + E_P = \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{mM_T}{r} = -\frac{1}{2}G\frac{mM_T}{r} = -\frac{1}{2}G\frac{mM_T}{R_T + h} = -8{,}87\ 10^9\ J$$

$$e)\ E_{M2} = -\frac{1}{2}G\frac{mM_T}{R_T + h_2}$$
$$W = E_{M2} - E_M = 4{,}81\ 10^8 J$$

2. Calcule el módulo de la inducción de campo magnético generado por una corriente de 3 A que recorre un conductor rectilíneo, en un punto situado a 10 cm de él. (1,5 puntos)
   ¿Qué fuerza experimenta una carga de 20 μC que se mueve, a esa distancia de 10 cm, paralelamente a él en el mismo sentido que la corriente eléctrica con una velocidad de 10^5 m/s? (1 punto)
   ¿Será de atracción o repulsión? (0,5 puntos)

Dato $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}\ N\cdot A^{-2}$

Solución:

El módulo de la inducción magnética creada por la corriente de intensidad I en el conductor rectilíneo a una distancia d del mismo es:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{d}(\overrightarrow{u_t} x \overrightarrow{u_r}) \Rightarrow B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{d} = 6\ 10^{-6}\ T$$

Siendo $\overrightarrow{u_t}$ el vector unitario en el sentido de la corriente y $\overrightarrow{u_r}$el vector unitario que señala la posición del punto que está a una distancia d.

La fuerza sobre la carga en movimiento en el seno del campo magnético creado por el conductor viene dado por:

$$\vec{F} = q\vec{v}x\vec{B} = 20\ 10^{-6} x\ 10^5 x\ 6\ 10^{-6}(\overrightarrow{u_t} x(\overrightarrow{u_t} x \overrightarrow{u_r})) = 1{,}2\ 10^{-5}(-\overrightarrow{u_r})N$$

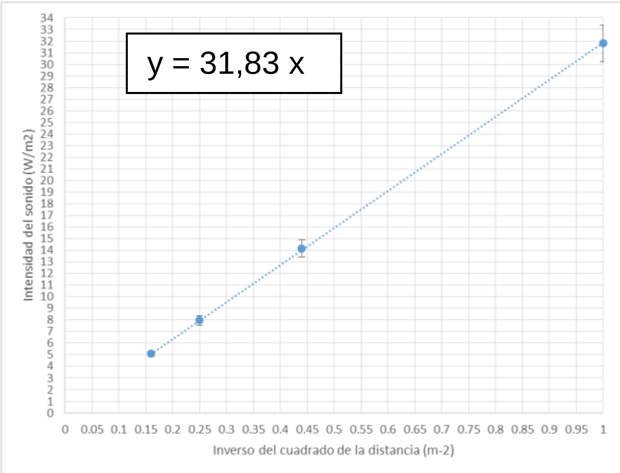
La fuerza es de carácter atractivo ya que apunta hacia el conductor rectilíneo.

3. La intensidad física de un sonido que tiene una frecuencia de 1000 Hz es de 10^{-12} W/m^2.
   a. Determine el nivel de intensidad sonora de este sonido (1 punto)
   b. Cuanto aumenta el nivel de intensidad si la intensidad física del sonido se multiplica por cien. (1 punto)
   c. Determine el nivel de intensidad sonora si los dos sonidos anteriores se emiten simultáneamente. (1 punto)

Se ha medido experimentalmente la intensidad física del sonido que emite un altavoz, a las distancias de 1 m, 1,5 m, 2 m y 2,5 m del mismo (se supone que el altavoz es una fuente puntual y que el medio no disipa energía). Posteriormente se han representado gráficamente estos valores de intensidad frente al inverso del cuadrado de la distancia del centro emisor. Se observa en la gráfica que los datos muestran una tendencia lineal cuya pendiente es 31,83 W.

   d. Determine la potencia sonora del altavoz. (0,5 puntos)

Dato $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2; Área de una esfera=$4\pi r^2$



Solución:

$$a)\ NS = 10\ log\frac{I}{I_0} = 10\ log\frac{I}{10^{-12}} = 10\ log\frac{10^{-12}}{10^{-12}} = 0\ dB$$

$$b)\ NS' = 10\ log\frac{100I}{I_0} = 10\ \left(log\frac{I}{I_0} + log100\right) = NS + 20dB = 20dB$$

$$c)\ I = I_1 + I_2 = 10^{-12} + 10^{-10} = 1.01\ 10^{-10}\ W/m^2$$

$$NS = 10\ log\frac{I}{I_0} = 10\ log\frac{1.01\ 10^{-10}}{10^{-12}} = 10 \log 101 = 20{,}04\ dB$$

$$d)\ I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{P}{4\pi}\frac{1}{r^2} \rightarrow Pendiente = \frac{P}{4\pi} \rightarrow P = 31.83\ x\ 4\pi = 399{,}99\ W \approx 400\ W$$

4. El isótopo $^{210}_{84}Po$, que emite partículas alfa, es un contaminante natural del tabaco como ya publicaba la prestigiosa revista científica "Science" en Enero de 1964.
   a. Defina el concepto de isótopo. (0,25 puntos)
   b. Indique cuantos protones y neutrones tiene este isótopo (0,25 puntos)
   c. Considerando que el periodo de semidesintegración de este isótopo es de 138,39 días, ¿Cuál la constante de desintegración o decaimiento de este isótopo? (0,25 puntos)
   d. Defina la constante de desintegración y explica de qué factores depende. (0,25 puntos)
   e. Calcule la actividad que tiene inicialmente una muestra de 2 µg de $^{210}_{84}Po$. (0,5 puntos)
   f. Calcule la actividad de la anterior muestra después de que haya transcurrido 1 año. (0,5 puntos)

Datos: Número de Avogadro = $6{,}022 \cdot 10^{23}$

Solución:

a. Isótopo – Núcleos de un mismo elemento (mismo número de protones) pero con distinto número de neutrones.
b. El isótopo $^{210}_{84}Po$ tiene 84 protones y (210-84)=126 neutrones
c. λ= ln 2 / $T_{1/2}$ = 5,797 10^{-8} s^{-1}
d. La constante de desintegración define el ritmo o probabilidad por unidad de tiempo con el que el núcleo se desintegra y no depende de parámetros físico-químicos externos (p.e. presión, temperatura, etc.). Se trata de un valor constante para cada núcleo.
e. N (número de núcleos en 2 µg de $^{210}_{84}Po$) = $\frac{1\ mol}{210\ g}\frac{6{,}023\ 10^{23}}{1\ mol}2\ 10^{-6}g = 0{,}057\ 10^{17} = 5{,}7\ 10^{15}$

   A(Actividad inicial)=λN = 3,32 10^{8} Bq
f. Actividad después de un 1 año

   $A = A_0 e^{-\lambda t} = 5{,}34\ 10^{7} Bq$

Opción B

1. El planeta X tiene el mismo radio que la Tierra pero su densidad es el doble de la terrestre.
¿Qué valor tendrá la intensidad del campo gravitatorio en su superficie (g_{x0})? (0,75 puntos)
¿A qué altura el valor de g_x será el mismo que en la superficie terrestre? (0,75 puntos)
Datos: R_T = 6370 km; g_{T0} = 9,8 $m\cdot s^{-2}$; G = $6{,}67\cdot 10^{-11}$ Nm^2Kg^{-2}; M_T = $5{,}98\cdot 10^{24}$ kg

Solución:

a)

$$g_{X0} = G\frac{M_X}{R_X^2} = G\frac{{}^4/_3\,\pi R_X^3\rho_X}{R_X^2} = G\frac{{}^4/_3\,\pi R_T^3 2\rho_T}{R_T^2}$$

Considerando que:

$$g_{T0} = G\frac{M_T}{R_T^2} = G\frac{{}^4/_3\,\pi R_T^3\rho_T}{R_T^2}$$

Entonces:

$$g_{X0} = 2g_{T0} = 19{,}6\ m/s^2$$

b)

$$g_{T0} = g_X = G\frac{2M_T}{r^2} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{G2M_T}{g_{T0}}} = 9{,}01\ 10^6 m$$

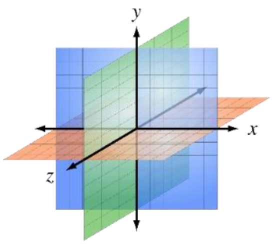
$$Altura\ = r - \ R_T = 2{,}64\ 10^6 m$$

2. En el seno de un campo magnético $\vec{B} = -10\vec{j}\,(T)$:
   a. Viaja un electrón con velocidad inicial $\vec{v} = 1{,}5 \cdot 10^6\,\vec{i}$ (m/s). Calcule el radio de la trayectoria que describe y dibuje un esquema que indique el sentido de giro. (1 punto)
   b. Viaja un protón con la misma velocidad inicial. Calcule el radio de la trayectoria e indique el sentido de giro al igual que en el apartado anterior. (1 punto)
   c. ¿Qué velocidad (módulo, dirección y sentido) debe tener el citado protón para describir una trayectoria de igual radio y sentido que la del electrón? (1 punto)

Datos: $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg; $m_p = 1{,}67\cdot10^{-27}$ kg; $q_e = -1{,}6\cdot10^{-19}$ C

Solución:

Utilizando el siguiente sistema de coordenadas:

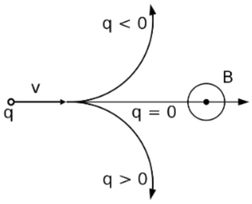


La fuerza que siente el electrón viene dada por la fuerza de Lorentz.

$$\vec{F} = q_e(\vec{v}x\vec{B}) = q_e vB\vec{k}$$

El radio de la trayectoria del electrón se determina igualando la fuerza de Lorentz a la fuerza centrípeta.

$$q_e vB = m_e\frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{m_e v}{q_e B} = 8{,}53\ 10^{-7}m$$



En el caso del protón, al tener carga positiva la fuerza se realiza en el sentido positivo de $\vec{k}$ por lo que el giro se realiza en sentido contrario.

En este caso, el radio de la trayectoria será:

$$q_p vB = m_p\frac{v^2}{r_p} \Rightarrow r_p = \frac{m_p v}{q_p B} = 1{,}566\ 10^{-3}m$$

Para seguir la misma trayectoria que el electrón, el protón tiene que viajar en el sentido negativo de $\vec{i}$ con un módulo

$$v = \frac{r q_p B}{m_p} = 817\ m/s$$

3. Tenemos una imagen luminosa de 2 cm que está situada a 4 m de distancia a la izquierda de una pantalla. Se necesita colocar una lente (convergente o divergente), entre la imagen luminosa y la pantalla, de tal manera que la imagen que se refleje en la pantalla sea 3 veces mayor que la original y que esté invertida.
   a. Determine la posición del objeto respecto a la lente, y la clase de lente necesaria. (1 punto)
   b. Determine la distancia focal de la lente (1 punto)
   c. Realice la construcción geométrica de la imagen. (1.5 puntos)

Solución:
Al tratarse de una imagen real necesitamos una lente convergente.

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-6\ cm}{2\ cm} = -3 \Rightarrow s' = -3s$$
$$-s + s' = 4m$$

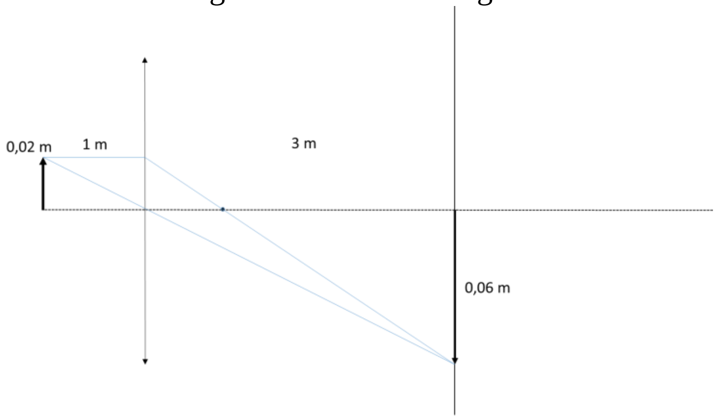
Por tanto,

$$s = -1\ m\ y\ s' = 3\ m$$

Por otro lado:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \Rightarrow f = \frac{3}{4} = 0{,}75\ m$$

La construcción geométrica de la imagen se obtiene de la siguiente forma:



4. Los fotoelectrones emitidos por una superficie metálica de aluminio tienen una energía cinética máxima de 10^{-20} J para una radiación incidente de 10^{15} Hz. Calcule:
   a. El trabajo de extracción o función de trabajo (0,75 puntos)
   b. La longitud de onda umbral (0,75 puntos)
   c. Cuando la superficie del metal se ha oxidado, la energía cinética máxima para la misma luz incidente se reduce. Razone cómo cambian, debido a la oxidación del metal, la frecuencia umbral de emisión y la función trabajo. (0,5 puntos)

Datos: $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ Js; $c = 3 \cdot 10^{8}$ m/s

Solución:

$$h\nu = \Phi_{trabajo} + E_{cmax}$$
$$\Phi_{trabajo} = 6{,}63\ 10^{-34} 10^{15} - 10^{-20} = 6{,}53\ 10^{-19} J = 4{,}08\ eV$$
$$h\nu = h\frac{c}{\lambda_{umbral}} = \Phi_{trabajo} \Rightarrow \lambda_{umbral} = \frac{3\ 10^{8} m/s}{0{,}98\ 10^{15} s^{-1}} = 3{,}05\ 10^{-7} m$$
$$\lambda = 305\ nm$$

Al oxidarse, se reduce la energía cinética máxima lo que indica que aumenta la función de trabajo y por tanto la frecuencia umbral de emisión.