



XXXII OLIMPIADA DE FÍSICA

Granada 2021

Departamento de Física y Química



Cuestiones

1. a) ¿Cuál es el valor de la constante de gravitación universal G ($6.67 \cdot 10^{-11}$ en el S.I.) en el sistema de unidades CGS (cm g s)?
- b) ¿Son las unidades V/m y N/C equivalentes para la intensidad de campo eléctrico en el sistema internacional de unidades (S.I.)?
- c) ¿Son las unidades N/A^2 y $\text{T} \cdot \text{m/A}$ equivalentes para la permeabilidad magnética del vacío en el S.I.?

a) Expresamos G como:

$$G = \frac{F \cdot r^2}{M \cdot m}$$

Las unidades en SI:

$$u_G = \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} = \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \rightarrow G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

Convertimos en cm , g y s :

$$u_G = \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{10^6 \text{ cm}^3}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{kg}}{10^3 \text{ g}} = 10^3 \frac{\text{cm}^3}{\text{g} \cdot \text{s}^2}$$

Por tanto, el valor de G : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 10^3 \frac{\text{cm}^3}{\text{g} \cdot \text{s}^2} = 6,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{cm}^3}{\text{g} \cdot \text{s}^2}$

Cuestiones

b) La equivalencia entre V/M y N/C:

$$\frac{V}{m} \leftrightarrow \frac{E_{(energía)}/q}{d} = \frac{E_{(energía)}}{d \cdot q} = \frac{F \cdot d}{d \cdot q} = \frac{F}{q} \leftrightarrow \frac{N}{C}$$

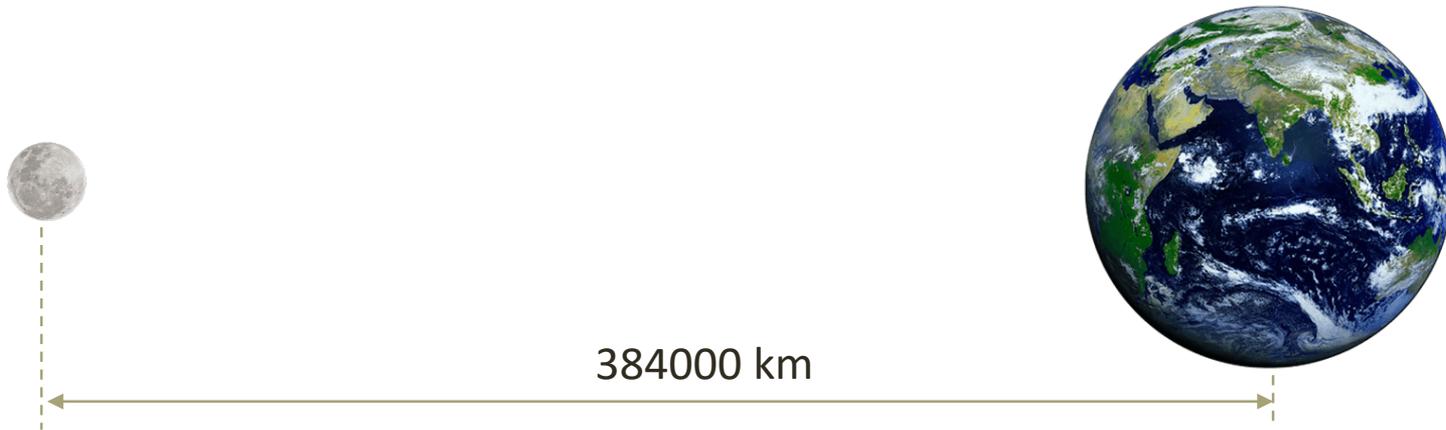
c) La equivalencia entre N/A² y T·m/A:

$$\frac{N}{A^2} \leftrightarrow \frac{F}{I^2} = \frac{I \cdot L \cdot B}{I^2} = \frac{L \cdot B}{I} \leftrightarrow \frac{T \cdot m}{A}$$

Cuestiones

2. La distancia entre la Tierra y la Luna es aproximadamente de 384000 km y el periodo de revolución de la Luna es 27,3 días. Con estos datos, calcule la masa de la Tierra.

Datos: $6.67 \cdot 10^{-11}$ en el S.I.



Expresamos los datos en el SI:

$$T = 27,3 \text{ días} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 2,35872 \cdot 10^6 \text{ s}$$

$$d_{T-L} = 384000 \text{ km} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{\text{km}} = 3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$$

Cuestiones

Teniendo en cuenta que la fuerza gravitatoria hace el papel de fuerza centrípeta:

$$G \frac{M_T M_L}{d_{T-L}^2} = M_L \frac{v_L^2}{d_{T-L}}$$

Y que la velocidad orbital es:

$$v_L = \frac{2\pi d_{T-L}}{T}$$

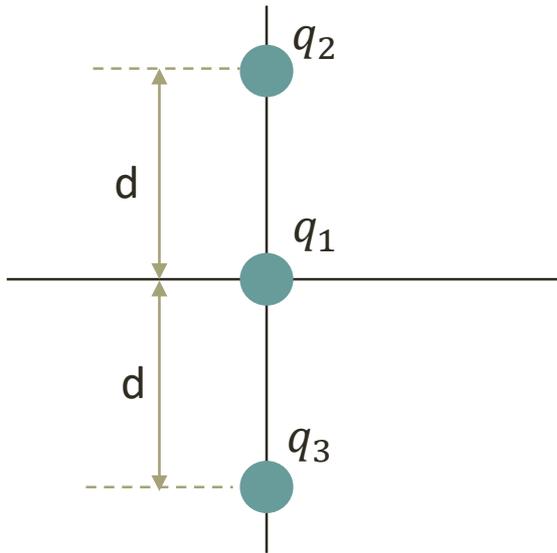
Se obtiene:

$$M_T = \frac{v_L^2 \cdot d_{T-L}}{G} = \frac{4\pi^2 \cdot d_{T-L}^3}{G \cdot T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot (3,84 \cdot 10^8)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (2,35872 \cdot 10^6)^2}$$

$$M_T = 6,023 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

Cuestiones

3. Tres cargas puntuales iguales ($m = 10 \text{ g}$, $q = 30 \text{ nC}$) están en reposo en los puntos $(0,0)$, $(0, 5)$ cm y $(0, -5)$ cm. Si la carga en el origen de coordenadas está fija, y se liberan las otras dos, ¿qué velocidad tendrán cuando se hayan separado entre sí una distancia infinita? (Desprecie la interacción gravitatoria). $K = 9 \cdot 10^9 \text{ (S.I.)}$



La energía de cualquiera de las cargas q_2 o q_3 , es solo potencial y vale:

$$E = K \frac{q^2}{d} + K \frac{q^2}{2d} = \frac{3}{2} K \frac{q^2}{d}$$

La energía final solo es cinética:

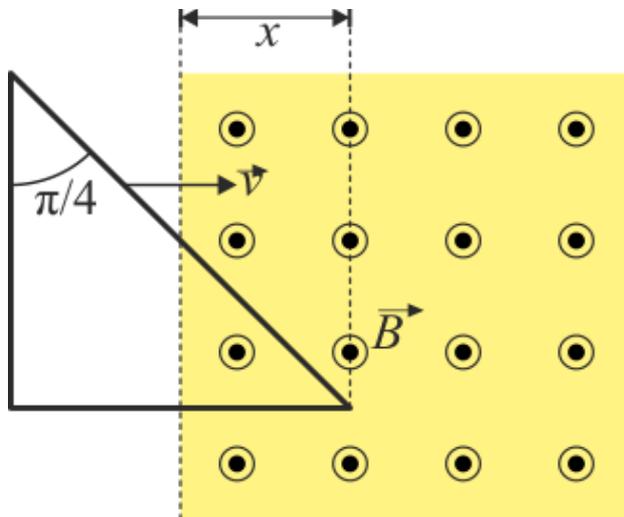
$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

Aplicamos el principio de conservación de la energía:

$$\frac{3}{2} K \frac{q^2}{d} = \frac{1}{2} m v^2 \quad \rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{3Kq^2}{dm}} = 0,22 \text{ m s}^{-1}$$

Cuestiones

4. Una espira con forma de triángulo rectángulo de resistencia R y autoinducción despreciable penetra en un campo magnético uniforme con una velocidad $\vec{v}(t)$ paralela a uno de sus catetos, como se muestra en la figura. La velocidad varía con el tiempo según la expresión $v(t) = 3t$, siendo $x = 0$ cuando $t = 0$. a) Calcule el flujo del campo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo. b) Obtenga la corriente que se induce en la espira mientras entra en la región donde está el campo magnético. c) Explique razonadamente qué sentido tiene la corriente inducida en la espira.



- a) La espira describe un movimiento uniformemente acelerado, de aceleración :

$$a = \frac{dv}{dt} = 3 \text{ m s}^{-2}$$

- Por tanto, la base del triángulo, que penetra, en el campo vale:

$$x = \frac{1}{2} at^2 = \frac{3}{2} t^2$$

Cuestiones

Dado que se trata de un triángulo rectángulo isósceles, el área del triángulo que penetra en el campo es:

$$S = \frac{x^2}{2}$$

Por tanto, el flujo:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS = B \frac{x^2}{2} = \frac{9}{8} Bt^4$$

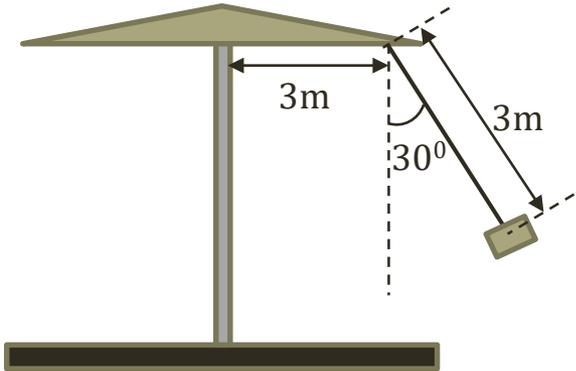
b) Si aplicamos la ley de Faraday y la Ley de Ohm:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{9}{2} Bt^3 \quad \rightarrow \quad I = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{9 Bt^3}{2 R}$$

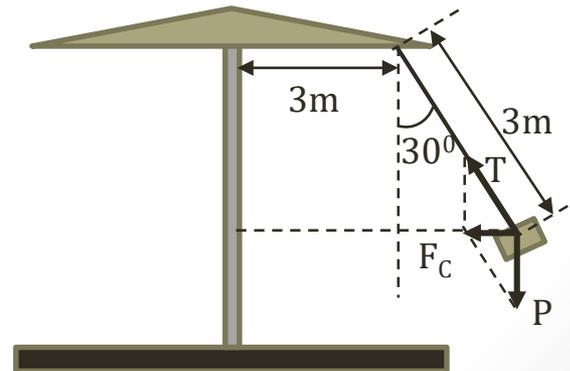
c) Sentido de la corriente: Como el flujo aumenta con el tiempo la corriente inducida circula en sentido horario para que el campo inducido se oponga al aumento del flujo con el tiempo.

Problemas

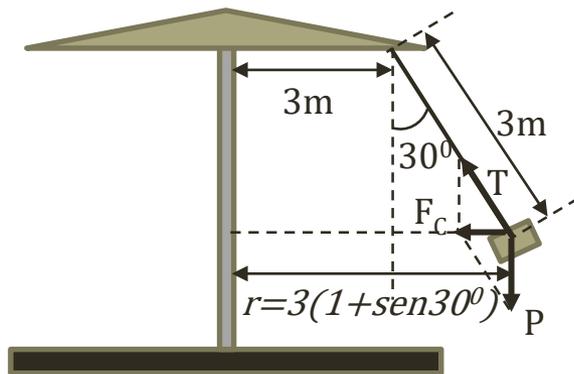
1. En un tiovivo que gira con velocidad angular constante hay una cadena de la que pende un asiento de 20 kg de masa que, debido al movimiento, se aparta de la vertical. Del punto de sujeción al eje de giro hay 3 m, la cadena tiene una longitud de 3 m y su masa es despreciable y es inextensible. Si la cadena forma un ángulo de 30° con la vertical:
 - a) Dibuje el diagrama de fuerzas sobre el asiento.
 - b) Calcule la tensión en la cadena.
 - c) ¿Cuántas vueltas da por minuto el tiovivo? $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$



a) Las fuerzas que actúan sobre el asiento son el peso (P) y la tensión (T). La resultante hace el papel de fuerza centrípeta:



Problemas



b) Para calcular la Tensión (T)

$$\cos 30^{\circ} = \frac{mg}{T}$$

$$T = \frac{mg}{\cos 30^{\circ}} = \frac{20 \cdot 9,8}{\cos 30^{\circ}} = 226,32 \text{ N}$$

c) El número de vueltas:

$$F_c = m \frac{v^2}{r} = m \frac{(\omega \cdot r)^2}{r} = m \omega^2 r$$

Por la figura, se deduce que:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_c}{mg} = \frac{m \omega^2 r}{mg} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g \operatorname{tg} \alpha}{r}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{9,8 \cdot \operatorname{tg} 30^{\circ}}{3(1 + \operatorname{sen} 30^{\circ})}} = 1,1213 \text{ rad s}^{-1} \cdot \frac{1 \text{ vuelta}}{2\pi \text{ rad}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{\text{min}} = 10,70 \text{ vueltas min}^{-1}$$

Problemas

2. Considere un alambre recto conductor muy delgado por el que pasa una corriente que lo hace flotar en el aire por la acción del campo magnético terrestre. El alambre se coloca paralelamente a la superficie terrestre y muy cerca de ella.

a) Si el alambre está situado paralelo al ecuador, donde el campo magnético terrestre es paralelo a la superficie, haga un esquema de las fuerzas que actúan y determine la intensidad de dicha corriente.

b) Si el alambre está situado en una latitud donde el campo magnético terrestre forma un ángulo de 30° con la superficie, y se orienta según un paralelo terrestre, haga un esquema de las fuerzas y determine el sentido y la intensidad de dicha corriente.

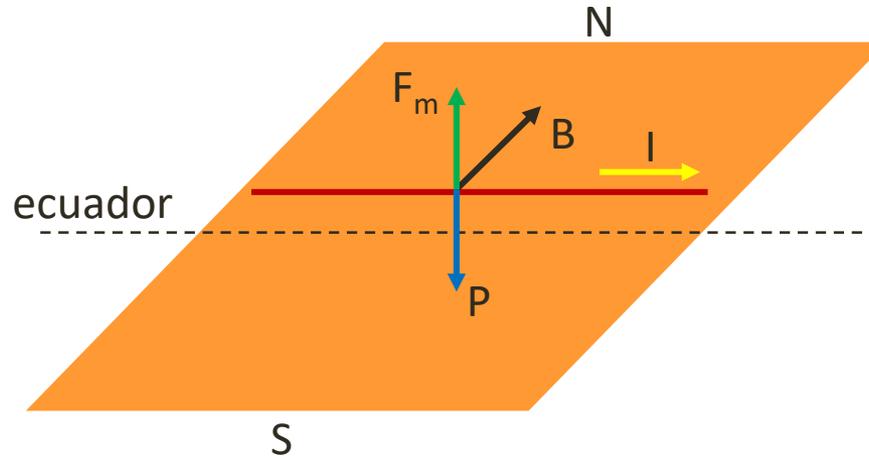
c) ¿Qué ocurre si el alambre está situado sobre el polo norte geográfico? ¿Podría estar en equilibrio?

Nota: considere que el hilo sólo se puede mover en dirección radial con respecto a la Tierra.

Datos: densidad lineal de masa del conductor $\rho = 8 \text{ mg/m}$, módulo del campo terrestre $B_T = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$, $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Problemas

a) En el ecuador:



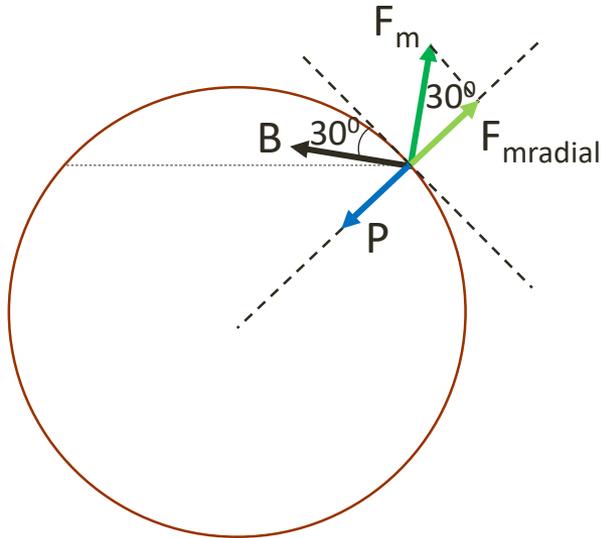
El módulo de la fuerza magnética sobre el hilo: $F_m = ILB$, dirigida radialmente alejándose de la Tierra.

En el equilibrio, se cumple que:

$$ILB = mg \rightarrow I = \frac{mg}{LB} = \frac{\mu g}{B} = \frac{8 \frac{mg}{m} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2}}{5 \cdot 10^{-5} \text{ T}} = 1,568 \text{ A}$$

Problemas

b) Otra latitud:



En el equilibrio, se cumple que:

$$mg = F_{m \text{ radial}}$$

$$mg = ILB \cos 30^\circ$$

Por tanto:

$$I = \frac{mg}{LB \cos 30^\circ} = \frac{\mu g}{B \cos 30^\circ} = \mathbf{1,81057 \text{ A}}$$

c) Cable paralelo a la superficie terrestre en el polo

No puede haber equilibrio en este caso porque el campo magnético en el polo va en dirección radial, el cable no puede flotar paralelamente a la superficie de la Tierra.

¡Gracias!

www.iespm.es

fq.iespm.es