



XXX OLIMPIADA DE FÍSICA

Granada 2019

Departamento de Física y Química



Cuestiones

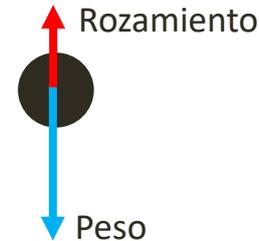
1. a) Un cuerpo es lanzado desde la superficie de la Tierra en dirección vertical y hacia arriba con una cierta velocidad inicial. El aire ofrece una resistencia al movimiento que se puede suponer constante. Discutir si el tiempo empleado en subir hasta el punto más alto de la trayectoria es mayor, menor o igual que el empleado en bajar hasta la superficie de la Tierra.
- b) En el tiro oblicuo, si el ángulo de lanzamiento es de 45° , ¿qué relación hay entre la altura máxima alcanzada por el proyectil y el alcance?

ascenso



$$a_{\text{ascenso}} = \frac{-mg - F_R}{m}$$

descenso



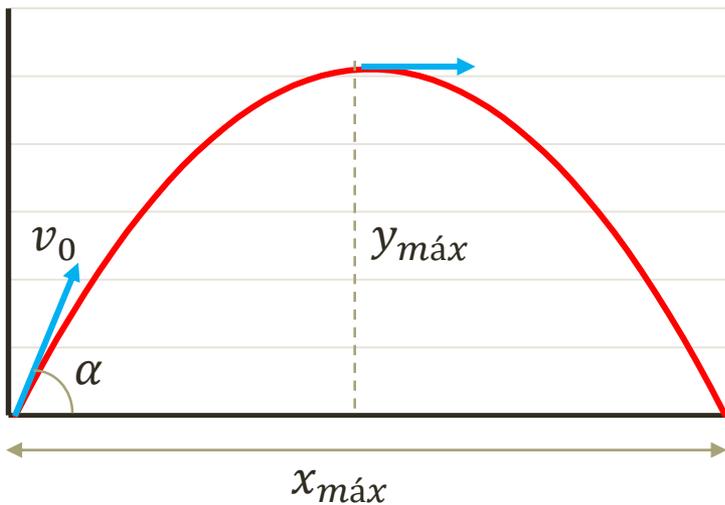
$$a_{\text{descenso}} = \frac{-mg + F_R}{m}$$

Dado que la distancia a recorrer es la misma y $|a_{\text{ascenso}}| > |a_{\text{descenso}}|$, se concluye que:

$$t_{\text{ascenso}} < t_{\text{descenso}}$$

Cuestiones

b) En el tiro parabólico:



$$\begin{cases} x = v_0 t \cos \alpha \\ y = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_y = v_0 \sin \alpha - g t \end{cases}$$

En el punto más alto:

$$0 = v_0 \sin \alpha - g t; \quad t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}; \quad y_{\text{máx}} = v_0 \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \sin \alpha - \frac{1}{2} g \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right)^2$$

$$y_{\text{máx}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Cuestiones

El alcance máximo:

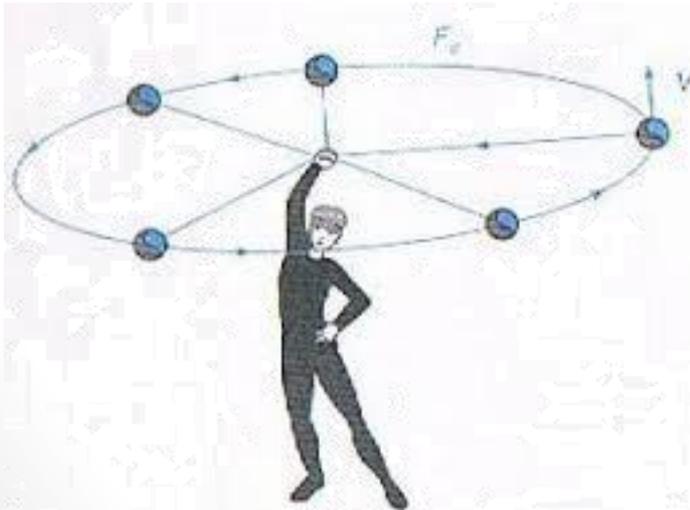
$$0 = v_0 t \operatorname{sen} \alpha - \frac{1}{2} g t^2; \quad t \left(v_0 \operatorname{sen} \alpha - \frac{1}{2} g t \right) = 0; \quad t = \frac{2v_0 \operatorname{sen} \alpha}{g}$$

$$x_{\text{máx}} = v_0 \frac{2v_0 \operatorname{sen} \alpha}{g} \operatorname{cos} \alpha = \frac{2v_0^2 \operatorname{sen} \alpha \operatorname{cos} \alpha}{g}$$

$$\frac{x_{\text{máx}}}{y_{\text{máx}}} = \frac{\frac{2v_0^2 \operatorname{sen} \alpha \operatorname{cos} \alpha}{g}}{\frac{v_0^2 \operatorname{sen}^2 \alpha}{2g}} = \frac{4 \operatorname{cos} \alpha}{\operatorname{sen} \alpha} = \frac{4 \operatorname{cos} 45}{\operatorname{sen} 45} = 4$$

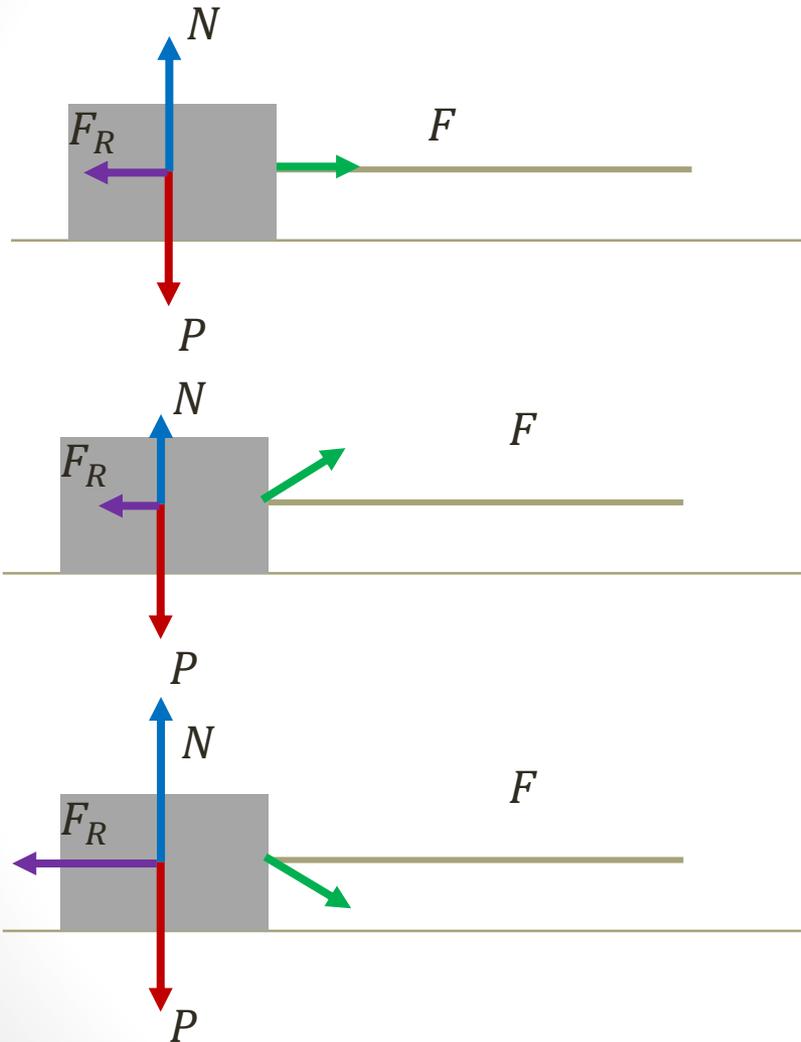
Cuestiones

2. a) Un hombre está haciendo girar una bola pesada, atada a una cuerda, sobre su cabeza, en un plano horizontal. Si el hombre suelta la cuerda, la bola sale despedida en dirección radial. Razonar si es verdadero o falso.
- b) Queremos deslizar, con rozamiento, una caja de libros por el suelo, tirando de una cuerda atada a la caja. Razonar en qué caso la fuerza necesaria es menor: i) tirando en dirección horizontal; ii) con la cuerda inclinada hacia arriba; iii) con la cuerda inclinada hacia abajo.



- a) Falso.
Al anularse la tensión de la cuerda, que es la responsable del movimiento circular, haciendo el papel de fuerza centrípeta, la bola seguirá un movimiento tangente a la trayectoria, en el sentido del vector velocidad.

Cuestiones



La fuerza mínima sería:

$$F_1 = F_{R1} = \mu N = \mu P$$

La fuerza mínima sería:

$$F_{x2} = F_{R2} = \mu(P - F_y)$$

La fuerza mínima sería:

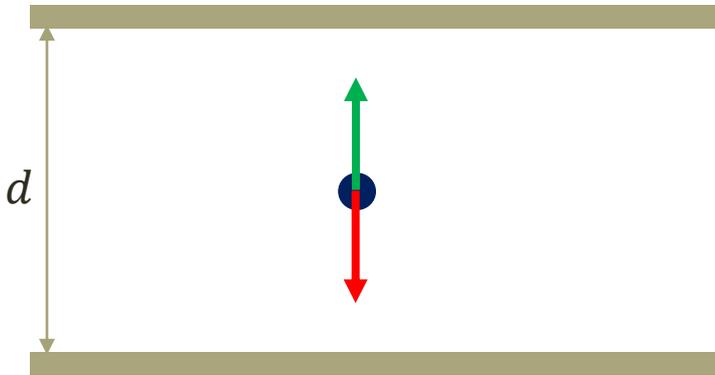
$$F_{x3} = F_{R3} = \mu(P + F_y)$$

Por tanto:

$$\boxed{F_{x2} < F_1 < F_{x3}}$$

Cuestiones

3. Se introduce una gota de masa m entre dos láminas suficientemente grandes, suspendidas horizontalmente en el aire y separadas una distancia d una de otra. Cuando la diferencia de potencial entre las placas alcanza un cierto valor, la gota se encuentra en equilibrio. Si llamamos V a esa diferencia de potencial y e a la carga del electrón, calcula cuantas veces es mayor la carga de la gota que la del electrón.



En equilibrio:

$$mg = qE$$

Donde:

$$E = \frac{V}{d}$$

Por tanto, la carga de la gota vale: $q = \frac{mg}{E} = \frac{mgd}{V}$

En función del número de electrones:

$$q = ne \quad \rightarrow \quad n = \frac{q}{e} = \frac{mgd}{eV}$$

Cuestiones

4. a) Un solenoide homogéneo tiene una longitud L y posee N espiras recorridas por una corriente de intensidad I . i) ¿Se modificará el campo magnético en un punto interior si cortamos una parte de su longitud?; ii) ¿Y si lo comprimimos de forma que disminuya su longitud inicial?
- b) Razonar si es verdadera o falsa la siguiente afirmación: El diámetro de la trayectoria circular descrita por una partícula cargada, en el seno de un campo magnético uniforme, es independiente del módulo de su velocidad.

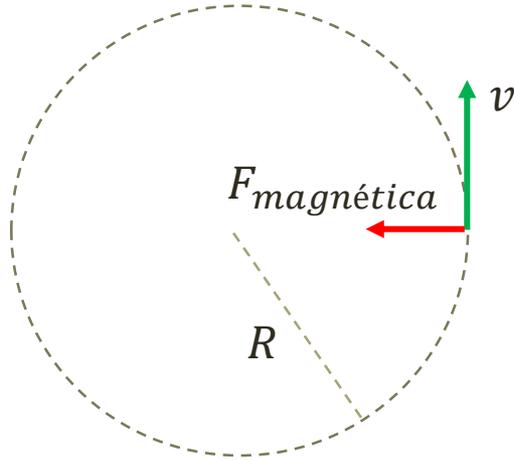
- a) El campo magnético, en el interior de un solenoide, viene dado por:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} = \mu_0 nI$$

Donde n es la densidad de espiras.

- i) Si cortamos parte de la longitud de solenoide, la densidad de espiras sigue siendo la misma, por lo que el campo magnético **no se modificaría**.
- ii) Si comprimimos, disminuyendo la longitud, el campo magnético, aumentaría.

Cuestiones



La fuerza que actúa sobre la partícula viene dada por la fuerza de Lorentz, que hace el papel de fuerza centrípeta, y cuyo módulo viene dado por:

$$F = qvB = m \frac{v^2}{R}$$

Por tanto el radio, R:

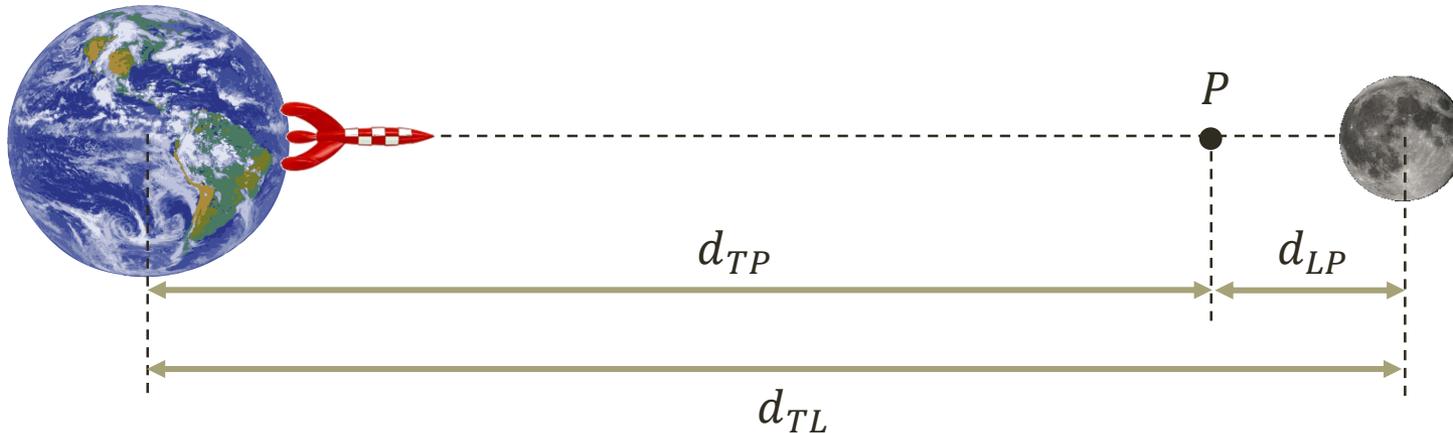
$$R = \frac{mv}{qB} \quad \rightarrow \quad D = 2R = \frac{2mv}{qB}$$

¡El diámetro depende del módulo de la velocidad!

Problemas

1. Calcular la velocidad mínima v_1 para lanzar, desde la superficie terrestre, un proyectil que llegue a la Luna y la velocidad, también mínima, v_2 con que el proyectil llegará a la Luna. No considerar la atmosfera ni los movimientos de la Tierra y de la Luna.

DATOS: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $M_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$; $d_{TL} = 384400 \text{ km}$; $R_T = 6370 \text{ km}$; $R_L = 1737 \text{ km}$



La velocidad mínima será aquella que haga que el proyectil llegue al punto, P , donde se anule el campo gravitatorio entre la Tierra y la Luna:

$$G \frac{M_T}{d_{TP}^2} = G \frac{M_L}{d_{LP}^2} = G \frac{M_L}{(d_{TL} - d_{TP})^2}; \quad \sqrt{M_T}(d_{TL} - d_{TP}) = \sqrt{M_L}d_{TP}$$

Problemas

Por tanto:

$$d_{TP} = \frac{\sqrt{M_T} d_{TL}}{\sqrt{M_T} + \sqrt{M_L}} = 3,46 \cdot 10^8 \text{ m}$$

Para determinar la velocidad con la que habría que lanzar el proyectil, tenemos en cuenta que se trata de un campo de fuerzas conservativo, por lo que:

$$\frac{1}{2} m v_1^2 - G \frac{M_T m}{R_T} - G \frac{M_L m}{d_{TL} - R_T} = -G \frac{M_T m}{d_{TP}} - G \frac{M_L m}{d_{TL} - d_{TP}}$$

Despejamos:

$$v_1 = \sqrt{2G \left[M_T \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{d_{TP}} \right) + M_L \left(\frac{1}{d_{TL} - R_T} - \frac{1}{d_{TL} - d_{TP}} \right) \right]} = \mathbf{11,076 \text{ km s}^{-1}}$$

Problemas

Para determinar la velocidad con la llegaría a la superficie lunar:

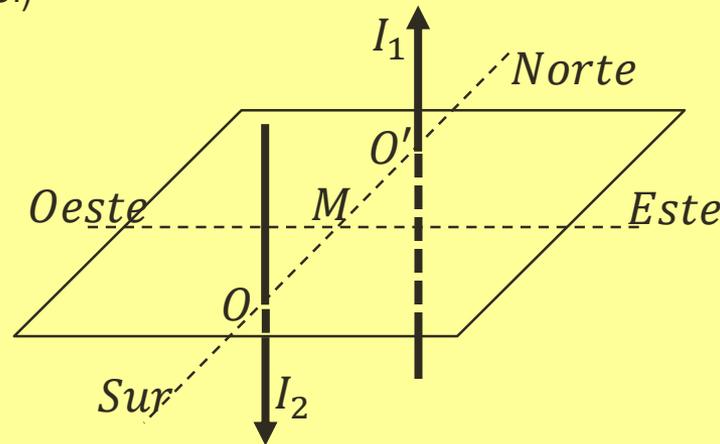
$$-G \frac{M_T m}{d_{TP}} - G \frac{M_L m}{d_{TL} - d_{TP}} = \frac{1}{2} m v_2^2 - G \frac{M_T m}{d_{TL} - R_L} - G \frac{M_L m}{R_L}$$

Despejamos:

$$v_2 = \sqrt{2G \left[M_T \left(\frac{1}{d_{TL} - R_L} - \frac{1}{d_{TP}} \right) + M_L \left(\frac{1}{R_L} - \frac{1}{d_{TL} - d_{TP}} \right) \right]} = 2,273 \text{ km s}^{-1}$$

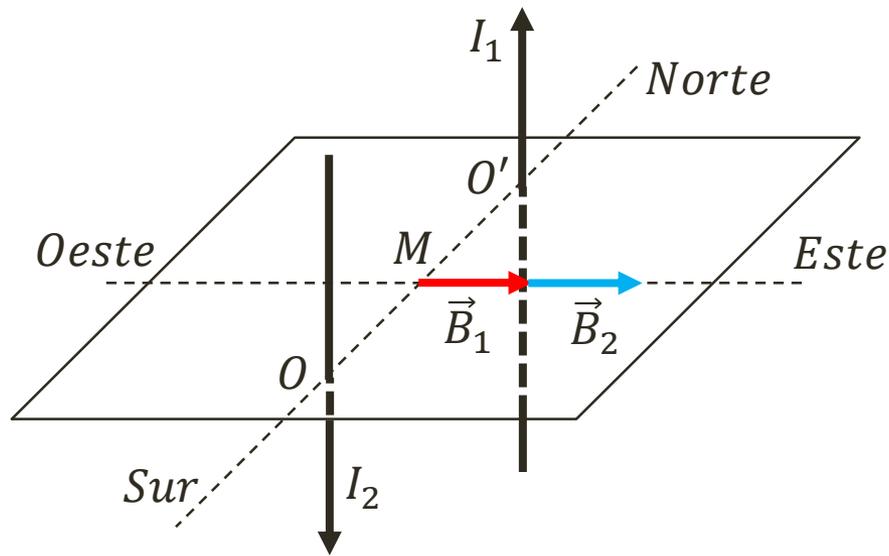
Problemas

2. Dos conductores rectilíneos y paralelos muy largos separados una distancia $d = 12 \text{ cm}$, recorridos por corrientes de igual valor (3 A) y de sentidos opuestos, atraviesan un plano horizontal por los puntos O y O', como indica la figura, respectivamente. Calcular:
- Módulo, dirección y sentido del vector inducción magnética creado por las corrientes en el punto medio M del segmento OO'.
 - Si el plano atravesado por los dos conductores coincide con el meridiano terrestre y el valor de la componente horizontal del campo magnético terrestre es de $2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$, determinar la orientación de una aguja imantada colocada en M si no pasa corriente por los hilos.
 - El ángulo que gira la aguja imantada si pasan por los hilos las corrientes del apartado a).
 - El módulo, la dirección y el sentido del campo resultante en este caso en el punto M.
- DATO: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ (SI)}$



Problemas

a) El campo en M :



$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

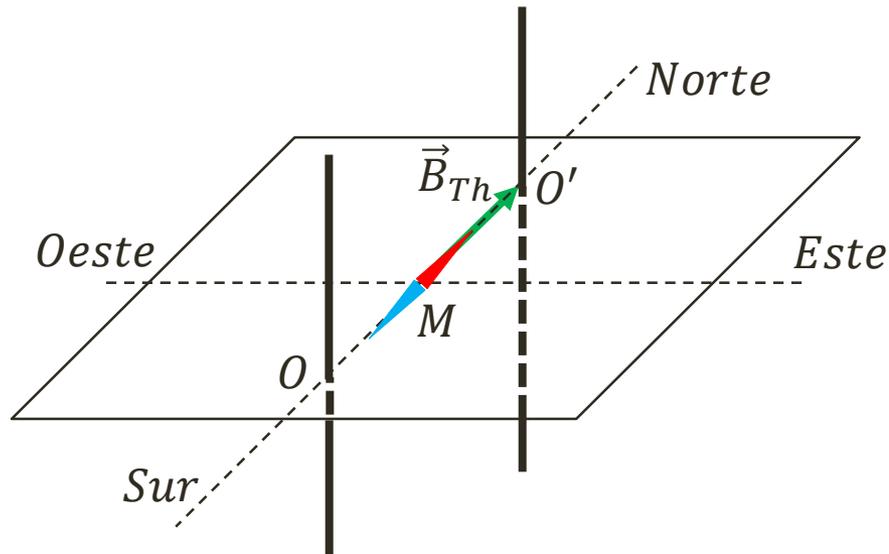
Su módulo:

$$B = 2B_1 = 2 \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d/2}$$

$$\boxed{B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}}$$

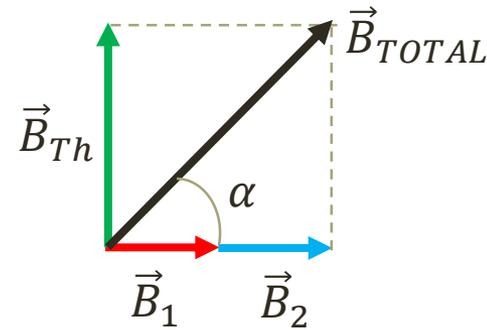
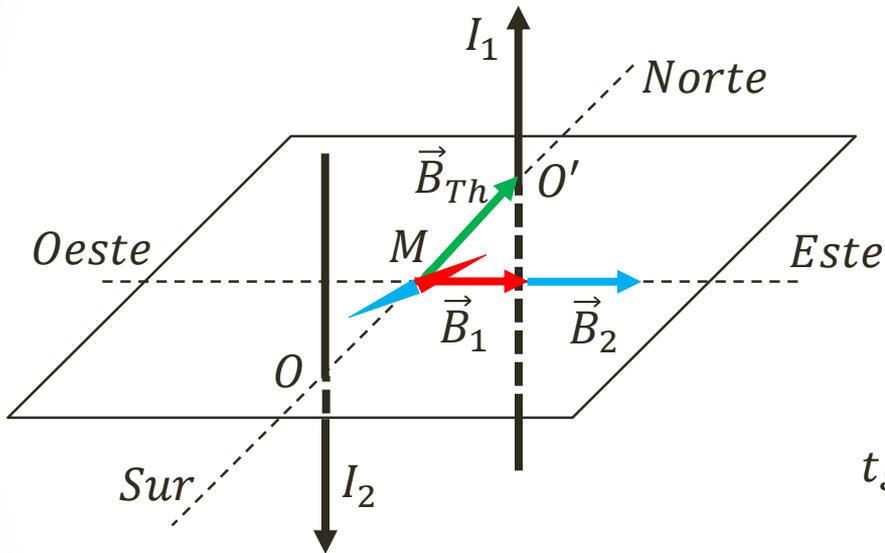
Problemas

b) Si no hay corriente, la aguja imantada se orienta hacia la dirección Norte, que es la correspondiente a la componente horizontal del campo magnético terrestre



Problemas

c) En este caso, el campo magnético es la suma del campo magnético terrestre y el debido a las corrientes que pasan por los conductores.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B_{Th}}{B_1 + B_2} = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 10^{-5}} = 1; \alpha = 45^\circ$$

d) El módulo del campo resultante:

$$B_{TOTAL} = \sqrt{B_{Th}^2 + (B_1 + B_2)^2} = 2,83 \cdot 10^{-5} \text{ T dirigido hacia el nordeste}$$

¡Gracias!

www.iespm.es

fq.iespm.es