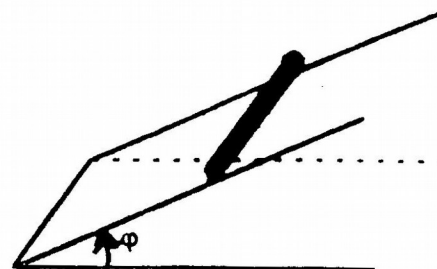




EJERCICIO PRÁCTICO. SESIÓN N° 1. FÍSICA

1.

Un conductor de 0,4 kg de masa, longitud 0,1 m, sección 1 cm² y resistividad 5·10⁻⁴ Ω·m, se apoya sin rozamiento y perpendicularmente sobre dos raíles metálicos de resistencia despreciable, paralelos y que forman ambos ángulos de 30° con la horizontal. El conjunto se encuentra en un campo magnético uniforme, vertical y hacia arriba de inducción magnética 0,5 T. Calcule:



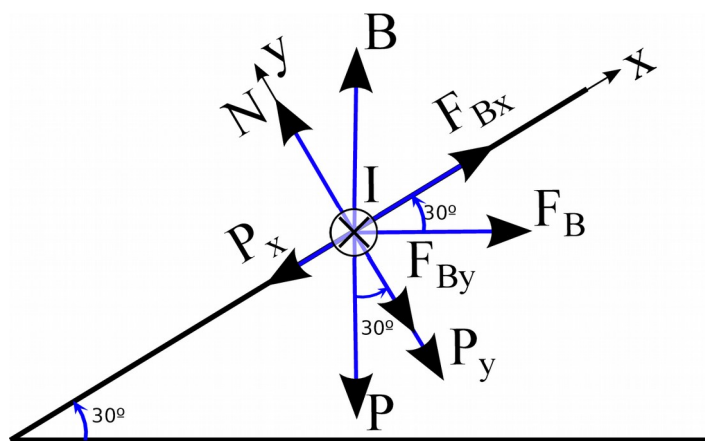
a) La fuerza electromotriz mínima que debe tener una batería conectada a los raíles para que el conductor no resbale.

b) La fuerza electromotriz que debe tener la batería para mantener el conductor subiendo por el plano con velocidad constante de 2 m·s⁻¹.

a) Realizamos un diagrama representado las fuerzas y elegimos sistema de referencia. Para que el conductor no resbale la fuerza magnética, que es perpendicular al campo magnético, debe estar dirigida hacia el interior de la rampa, por lo que la corriente debe estar dirigida hacia dentro del diagrama.

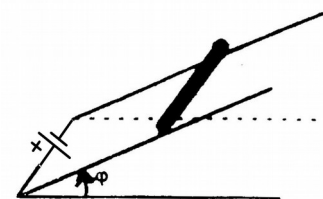
$$F = I l B = \frac{V}{R} l B = \frac{V l B}{\rho \frac{l}{S}} = \frac{V B S}{\rho}$$

Para que en el eje x elegido la aceleración sea nula, igualamos fuerzas y tenemos



$$P_x = F_{Bx} \Rightarrow mg \operatorname{sen} 30^\circ = \frac{V B S}{\rho} \cos 30^\circ \Rightarrow V = \frac{m g t g 30^\circ \rho}{B S} = \frac{0,4 \cdot 9,8 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{0,5 \cdot 10^{-4}} = 22,63 \text{ V}$$

Aunque el diagrama del enunciado parece que conecta los dos rieles en la parte inferior, esa unión sería a través de la fuente de alimentación que aporta esta fuerza electromotriz. La fuente tendría la diferencia de potencial según se indica en la figura para que la corriente fuera hacia dentro en el diagrama.



b) Si el conductor sube con velocidad constante, la aceleración en el eje x del diagrama es nula, y puede parecer que habría que plantear la misma igualdad de fuerzas en el eje x y se tendría el mismo resultado. Sin embargo en el apartado a el conductor estaba estático, pero en este apartado se está moviendo y eso implica que se genera una fuerza electromotriz inducida, que modifica la corriente total, y según la ley de Lenz será tal que se oponga al movimiento de la barra, por lo que deberá ser compensado con un aumento de la fuerza electromotriz externa que compense esa fuerza electromotriz inducida. Se puede plantear de varias maneras:

-Como una barra conductora moviéndose en un campo magnético uniforme

$$\varepsilon = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = |\vec{v} \times \vec{B}| \int |d\vec{l}| \cos 0^\circ = v B \operatorname{sen}(60^\circ) l = 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,1 = 0,05 \sqrt{3} \text{ V} \approx 0,0866 \text{ V}$$

-Como un aumento de flujo total. No conocemos la forma del circuito ni su superficie inicial, pero



sí lo que importa es la variación, así que planteamos como si fuera rectangular y podemos plantear la superficie como un rectángulo de $l \cdot x$, siendo $x = s_0 + vt$ al ser un MRU, y el flujo como

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cos(30^\circ)(s_0 + vt)$$

Utilizando la ley de Faraday $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = B \cos(30^\circ)v = 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,1 = 0,05\sqrt{3} V$

-Como conservación de energía mecánica al no haber rozamiento: la fuerza electromotriz está asociada al aumento de energía potencial de la barra a medida que va subiendo. A nivel eléctrico en lugar de manejar energía manejamos potencia, $P = \varepsilon \cdot I$. A nivel mecánico la potencia es la energía por

unidad de tiempo, y como la energía ganada es potencial, $P = \frac{mgh}{t} = mg v \sin(30^\circ)$

$$\text{Igualando } \varepsilon = \frac{mg v \sin(30^\circ)}{I} = \frac{mg v \sin(30^\circ)}{\frac{V}{R}} = \frac{mg v \sin(30^\circ)}{\frac{mg \tan 30^\circ \rho}{B S}} \rho \frac{l}{S} = B v \cos(30^\circ) l = 0,05\sqrt{3} V$$

Una vez calculada esa fuerza electromotriz adicional, la fuerza electromotriz total que debe tener la batería por la que se pregunta será $\varepsilon_{total} = V_{equilibrio} + \varepsilon_{inducida asociada v constante} = 22,63 + 0,0866 = 22,72 V$