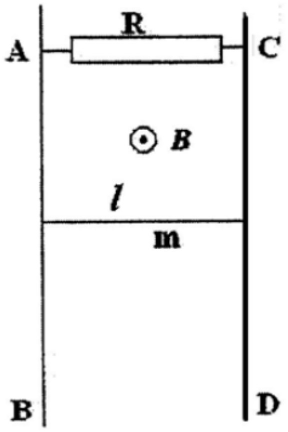
6. Entre dos varillas metálicas verticales AB y CD, unidas por una resistencia R, puede deslizar, sin rozamiento, un conductor de longitud l y masa m. El sistema se halla dentro de un campo magnético homogéneo B dirigido perpendicularmente al plano del papel y sentido hacia fuera como indica la figura. Si se desprecia la resistencia eléctrica del propio conductor y de las varillas:
a) Indica razonadamente el sentido de la corriente inducida en el conductor.
b) ¿Cómo se moverá el conductor? Analiza la respuesta.
c) Si el conductor se mueve hacia abajo con velocidad constante de 30 m/s y B = 0,5 T, R = 50 Ω, l = 10 cm y m = 2 g, calcula la aceleración y la intensidad de corriente que circula por el conductor.



Comentado por oposmica en http://docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=4125&p=26418#p26418

a) Como las varillas AB y CD están verticales, el conductor con masa m caerá aproximándose a BD (no se indica explícitamente que haya campo gravitatorio, asumimos el terrestre y g=9,8 m/s^2)
El circuito delimitado por la resistencia R, el conductor y los tramos de varillas que los unen aumenta su superficie, por lo que aumenta el flujo magnético que lo atraviesa, y según la ley de Lenz, la corriente inducida será tal que se oponga a ese aumento de flujo, por lo que crea un campo magnético inducido en sentido contrario y así el flujo disminuye. Como el B presente es hacia fuera del papel, el inducido será hacia dentro del papel, y el sentido de la corriente será el de las agujas del reloj en el dibujo.
b) El conductor cae, pero al estar dentro de un campo magnético y circular corriente por él, habrá una fuerza magnética sobre él $\vec{F}=I(\vec{l}\,x\,\vec{B})$. Como la corriente va hacia la izquierda en el conductor en el diagrama, la fuerza será dirigida hacia arriba y lo frenará. Como la corriente depende la variación de flujo, y éste de la velocidad, el movimiento no será uniforme, no es necesariamente un MRUA, no podemos plantear $v=v_0+at$ ni $x=x_0+v_0t+ ½at^2$
Hacemos un planteamiento dinámico (tomamos eje x vertical con x positivas hacia abajo)

$$mg-IlB=ma$$

Necesitamos I, que está asociado a la fem inducida I =ε/R

$$\varepsilon=\int(\vec{v}\,x\,\vec{B})\vec{dl}=vBl$$

Para calcular la fem inducida también podemos plantear

$$\Phi=\int\vec{B}\cdot\vec{ds}=...=B\cdot S=B\cdot l\cdot x=B\cdot l\cdot(x_0+v\,t) \qquad |\varepsilon|=\left|\frac{-d\Phi}{dt}\right|=\left|\frac{-d}{dt}(B\cdot l\cdot(x_0+vt))\right|=vBl$$

Sustituyendo y separando para obtener v en función de t

$$mg-\frac{vBl}{R}lB=m\frac{dv}{dt}$$

$$dt=\frac{dv}{g-\frac{B^2l^2}{mR}v}\Rightarrow\int_0^t dt=\int_0^v\frac{dv}{g-\frac{B^2l^2}{mR}v}$$

$$t=\frac{-mR}{B^2l^2}\ln\frac{g-\frac{B^2l^2}{mR}v}{g}$$

$$v=\frac{mRg}{B^2l^2}(1-e^{\frac{B^2l^2}{mR}t})$$

Validaciones físicas: si g=0, v=0, no varía. Si t=0, v=0.

c) Enunciado indica "velocidad constante" y se pide aceleración: si se mueve con velocidad constante, la aceleración es cero
En apartado b ya se ha visto que la velocidad no es constante, varía alcanzando un valor límite. Si enunciado dice constante lo podemos asociar a la límite, y podemos usar los datos proporcionados para calcular la velocidad límite según expresión de apartado b

$$v=\frac{mRg}{B^2 l^2}=\frac{0{,}002\cdot 50\cdot 9{,}8}{0{,}5^2\cdot 0{,}1^2}=392\, m/s$$

vemos que no obtenemos el dato de velodidad proporcionado (30 m/s): en apartado b se ha asumido velocidad inicial de la varilla nula (enunciado no dice nada explícitamente), pero podría ser otro valor que hiciera llegar a otra velocidad límite.

Nos ceñimos a enunciado: sabemos que la velocidad es constante y la aceleración es cero, podemos realizar un planteamiento dinámico acotado a esa situación y resolver directamente.
Reutilizando parte del desarrollo de b) pero ahora con a=0

$mg-\frac{vBl}{R}lB=0 \Rightarrow v=\frac{mgR}{B^2 l^2}$ llegamos a la misma expresión que no es consistente con los datos.

Numéricamente

$$0{,}002\cdot 9{,}8-\frac{30\cdot 0{,}5^2\cdot 0{,}1^2}{50}=0{,}0196-0{,}0015=0{,}0181\, N$$

Vemos que la fuerza asociada al peso es mayor a la fuerza asociada a la corriente inducida, y hace falta una fuerza adicional. Enunciado nos dice corriente que circula, así que podemos asociar a que hay una corriente adicional a la inducida y esa genera una fuerza suficiente para compensar y que la aceleración sea nula.
Si lo planteamos solamente con la corriente inducida

$$I_{inducida}=\frac{V_{inducido}}{R}=\frac{vBl}{R}=\frac{30\cdot 0{,}5\cdot 0{,}1}{50}=0{,}03\, A$$

Pero esa corriente no sería suficiente

$$mg-I_{total}lB=0 \Rightarrow mg-(I_{inducida}+I_{adicional})lB=0$$

$$0{,}002\cdot 9{,}8-(0{,}03+I_{adicional})\cdot 0{,}1\cdot 0{,}5=0$$

$$I_{adicional}=\frac{0{,}002\cdot 9{,}8}{0{,}1\cdot 0{,}5}-0{,}03=0{,}362\, A$$

La corriente total serían 0,365 A

Se podría plantear como posible ejercicio adicional ("c-bis") que inicialmente está cayendo a esa velocidad de 30 m/s, v_0=30 m/s, pero con velocidad no constante (ese valor solamente sería para t=0), y luego obtener aceleración en función del tiempo derivando, pero sería algo ajeno a enunciado original.