Discussão sobre o problema 7 da primeira lista

Solicitação de Marina Ansanelli

Discuti este problema na video aula de quinta-feira, dia 26 de março; mas vamos discuti-lo em maior detalhe a partir de tua solução.

Teu raciocínio básico é o normal. O campo magnético atravessa um certo número de voltas o circuito, de forma que o fluxo magnético é o produto do campo, pela área transversal da barra e pelo número de voltas.

Quando o corpo cai, o fio vai desenrolando, até que não haja nenhuma espira em torno de barra. Portanto, a conclusão natural é que o fluxo variou. O problema é então calcular a variação do fluxo com o tempo, utilizando a queda livre do corpo.

Mas este problema tem uma armadilha: o anel deslizante. Quando o corpo cai e o fio se desenrola, o anel gira, mantendo contacto com a escova, e nenhum fio corta as linhas de força do campo magnético! Portanto, não há variação de fluxo dentro do circuito formado pelo fio! Ou seja, a força eletromotriz é nula!

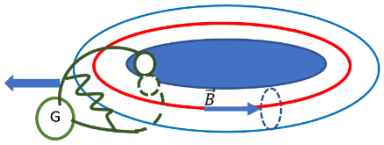
O resultado parece muito estranho, mas vou dar mais um exemplo a seguir para esclarecer com problemas desse tipo, com contactos deslizantes. Mas antes, vamos ver como o resultado correto seria obtido com aplicaçãod a expressão que derivamos para a força eletromotriz, quando o circuito está se movimentando no referencial do campo magnético:

$$\varepsilon = \oint \vec{E}' \cdot d\vec{\ell} = -\int \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{A} + \oint \left(\vec{v} \times \vec{B}\right) \cdot d\vec{\ell}$$

onde $\vec{E}'$é o campo elétrico no referencial do circuito que está se deslocando.

No caso deste problema, $\partial \vec{B}/\partial t = 0$, de forma que sobrevive a segunda integral. Mas nesta, a velocidade do fio é na sua própria direção, u seja, $\vec{v} \parallel d\vec{\ell} \rightarrow \left(\vec{v} \times \vec{B}\right) \cdot d\vec{\ell} = 0$.

Portanto, a força eletromotriz é nula.

Sistema equivalente

Suponha um tubo toroidal condutor, com um campo magnético constante imerso nele. Em volta do tubo é feito um circuito com fio rígido, em forma de um estetoscópio de médico, como indica a figura. Os terminais do circuito são presos a um galvanômetro e entre eles é colocada uma mola (não condutora). A mola garante que, quando o circuito é puxado para fora, de forma a sair do tubo, como indicado pela seta, as duas esferas metálicas se mantem sempre em contacto com o tubo toroidal condutor. A pergunta é qual será a foça eletromotriz medida pelo galvanômetro se o circuito for puxado com velocidade constante $\vec{v}$.