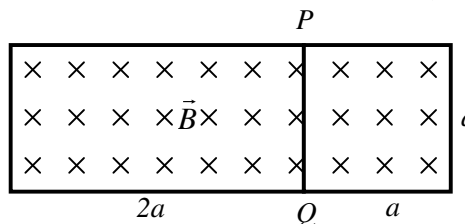
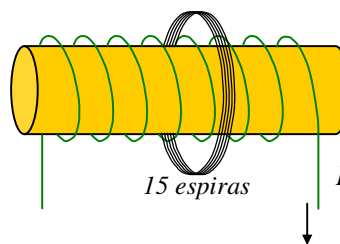
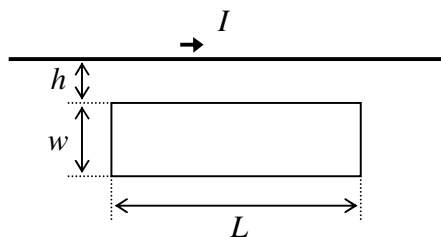


Mecânica e Campo Electromagnético

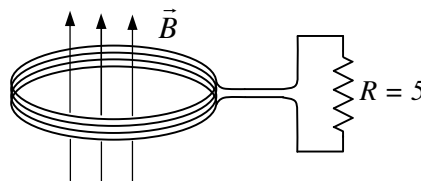
Ano lectivo de 2011/12

Exercícios do Capítulo 3.7 – Indução Electromagnética

- *1*.** Deixa-se cair um enrolamento rectangular com 50 espiras e dimensões de $5\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ duma posição onde o campo magnético é nulo, para outra, onde existe um campo magnético uniforme $B = 0,5\text{ T}$, com direcção perpendicular ao plano do enrolamento. Calcule o valor médio da f.e.m. induzida no enrolamento se o deslocamento ocorrer em $0,25\text{ s}$.
2. Uma espira plana com a área de $8,0\text{ cm}^2$ é perpendicular a um campo magnético cuja amplitude aumenta uniformemente de $0,5\text{ T}$ para $2,5\text{ T}$ no intervalo de tempo de 1 s . Qual é a corrente induzida na espira se esta tiver uma resistência de $2\ \Omega$.
3. Um enrolamento circular com 25 espiras tem um diâmetro de $1,0\text{ m}$. O seu eixo é alinhado com o campo magnético da Terra, cujo valor é de $50\ \mu\text{T}$, e depois, em apenas $0,2\text{ s}$, é rodado de 180° .
- a) Calcule o valor médio da f.e.m. gerada no enrolamento.
- b) Calcule a f.e.m. induzida no enrolamento como função do tempo se este continuar em rotação ao mesmo ritmo.
4. No interior de um solenóide com 500 espiras e um diâmetro de 10 cm existe um campo magnético de $0,2\text{ T}$. Durante que intervalo de tempo deve o campo magnético ser reduzido para zero se o valor médio da f.e.m. induzida for de 10 kV .
- *5*.** Uma espira de fio com a forma de um rectângulo de largura w e comprimento L , e um fio longo percorrido por uma corrente I , estão no mesmo plano, como mostra a figura.
- a) Determine o fluxo do campo magnético através da espira devido à corrente I .
- b) Suponha que a corrente varia com o tempo de acordo com a função do tempo $I(t) = a + bt$ em que a e b são constantes. Determine a f.e.m. induzida na espira com $b = 10\text{ A/s}$, $h = 1\text{ cm}$, $w = 10\text{ cm}$ e $L = 100\text{ cm}$. Qual o sentido da corrente induzida na espira?
6. Um enrolamento com 15 espiras e 10 cm de raio rodeia um longo solenóide com 2 cm de raio e 1000 espiras por metro. A corrente no solenóide varia de acordo com $I = 5 \sin(120t)$ (A). Determine a f.e.m. induzida no enrolamento como função do tempo.
7. Calcule a corrente através do condutor PQ de comprimento $a = 65\text{ cm}$, como se mostra na figura. O circuito está mergulhado num campo magnético cuja amplitude varia com o tempo de acordo com a expressão $B = 1,0 \times 10^{-3}t$ (T). Assuma que a resistência por unidade de comprimento do condutor é $0,1\ \Omega/\text{m}$.

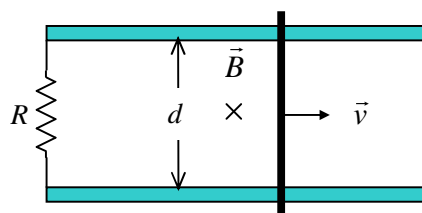


8. Um enrolamento circular compreendendo uma área horizontal de 100 cm^2 é feito com 200 espiras de fio de cobre como se mostra na figura. Existe inicialmente um campo magnético uniforme, dirigido verticalmente para cima, e com a amplitude de 1.1 T . Depois o sentido do campo inverte-se. Durante o intervalo de tempo em que o campo muda de sentido, que quantidade de carga flui através da resistência $R = 5 \Omega$.



9. O esquema da figura representa uma barra que se pode deslocar sem atrito sobre dois condutores fixos, ligados nas extremidades a uma resistência. Considere $R = 6 \Omega$, $d = 1.2 \text{ m}$ e que um campo magnético de 2.5 T está dirigido para o interior da página.

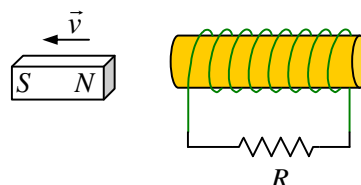
- a) A que velocidade se deveria mover a barra para produzir uma corrente de 0.5 A na resistência?
- b) Calcule a força que é necessário aplicar para mover a barra para a direita à velocidade constante de 2.00 m/s .
- c) Qual é a potência dissipada pela resistência, nas condições da alínea anterior?



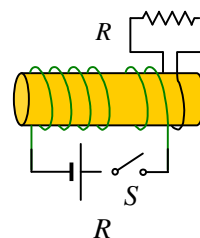
10. A hélice de um helicóptero tem um diâmetro de 3 m e roda com a frequência de 5 revoluções por segundo. Tendo a componente vertical do campo magnético da Terra um valor de $40 \mu\text{T}$, qual a f.e.m. induzida entre uma extremidade e o centro da hélice?

- *11*. Use a Lei de Lenz para responder às seguintes questões sobre os sentidos das correntes induzidas:

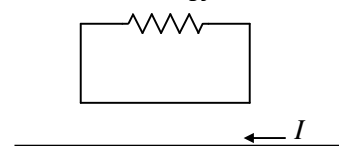
- a) Qual o sentido da corrente induzida quando o material magnetizado se desloca para a esquerda?



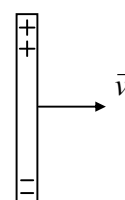
- b) Qual o sentido da corrente induzida imediatamente depois de o interruptor S ser fechado?



- c) Qual o sentido da corrente induzida quando a corrente I decresce rapidamente para zero?

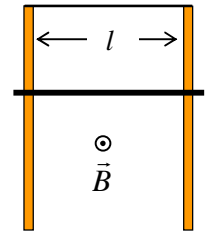


- d) Uma barra de cobre é deslocada para a direita enquanto o seu eixo se mantém perpendicular a um campo magnético. Se a extremidade de cima da barra se torna positiva relativamente à de baixo, qual o sentido do campo magnético?



12. Uma barra de massa m desliza sem atrito em dois carris compridos, verticais e distanciados de l , unidos numa extremidade. O fio move-se em virtude da força gravítica a que se acrescenta a força magnética, devida a um campo perpendicular ao plano da figura.

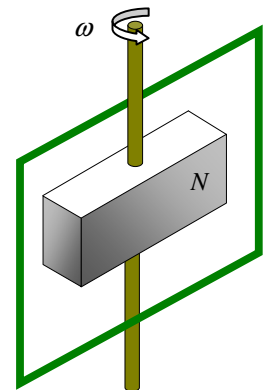
- Determine a velocidade final do fio, v_f , supondo que a resistência do circuito é R (constante).
- Se $m = 0,1 \text{ kg}$, $R = 1 \text{ } \Omega$, $l = 0,1 \text{ m}$ e $B = 10 \text{ T}$, determine v_f e a corrente induzida no circuito.
- Que transformação de energia ocorre? Mostre que a energia se conserva neste processo.



13. Um enrolamento com a área de $0,1 \text{ m}^2$ e 1000 espiras roda à frequência de 60 revoluções por segundo com o eixo de rotação perpendicular a um campo magnético de $0,2 \text{ T}$.

- Qual é a máxima f.e.m. induzida no enrolamento?
- Qual a orientação do enrolamento relativamente à direcção do campo magnético no momento em que ocorre a máxima f.e.m. induzida?

14. Uma barra de um material magnetizado roda a uma velocidade angular constante ω em torno de um eixo, como mostra a figura. Uma espira condutora rectangular rodeia a barra e em $t = 0$ a orientação é a da figura. Faça uma representação aproximada da corrente induzida como função do tempo, considerando positiva a corrente no sentido dos ponteiros do relógio e negativa em sentido contrário.



15. Um motor eléctrico tem uma unidade rotativa com um enrolamento rectangular de 80 espiras e dimensões $2,5$ por 4 cm . Assuma que o enrolamento é percorrido por uma corrente de 10 A e que está imerso num campo magnético uniforme de $0,8 \text{ T}$.

- Qual o máximo momento proporcionado pelo motor?
- Se o motor rodar a 3600 revoluções por minuto, qual a potência de pico produzida pelo motor?

Soluções:

1. $\langle \mathcal{E} \rangle = 0,5 \text{ V}$.

2. $I = 0,8 \text{ mA}$.

3. a) $\langle \mathcal{E} \rangle = 9,82 \text{ mV}$; b) $\mathcal{E} = 15,4 \cdot \sin(5\pi t) \text{ (mV)}$.

4. $\Delta t = 78,5 \mu\text{s}$.

5. a) $\phi = \frac{\mu_0 IL}{2\pi} \ln(1 + w/h)$; b) $\mathcal{E} = -4,80 \mu\text{V}$ (no sentido dos ponteiros do relógio).

6. $\mathcal{E} = -14,2 \cos(120t) \text{ (mV)}$.

7. $I = 283 \mu\text{A}$ (para cima)

8. $Q = 0,88 \text{ C}$.

9. a) $I = 0,5 \text{ A}$ b) $dW/dt = 2 \text{ J/s}$ c) $P = 2 \text{ W}$.

10. $\mathcal{E} = 1,41 \text{ mV}$.

11. Sentido de I nas R: a) direita; b) direita; c) Direita; c) dentro do papel

12. a) $v_f = \frac{Rmg}{B^2 l^2}$ b) $v_f = 0,98 \text{ m/s}$; $I = 0,98 \text{ A}$ c) Mecânica \rightarrow Térmica.

13. a) $\mathcal{E}_{\text{MAX}} = 7,54 \text{ KV}$; b) Quando a normal ao plano do enrolamento faz um ângulo de 90° com o campo magnético.

14. $\text{Sen}(wt)$.

15. a) $M_{\text{MAX}} = 0,64 \text{ N}\cdot\text{m}$ b) $P_{\text{MAX}} = 241 \text{ W}$.