

universidade de aveiro



theoria poiesis praxis

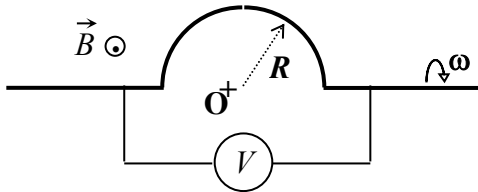
**UNIVERSIDADE DE AVEIRO**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**3810-193 AVEIRO**

**Mecânica e Campo Eletromagnético**

**Capítulo 3. Campos elétrico e magnético**

**4ª serie**

1. Um fio dobrado em semi-círculo, de raio  $R$ , roda com frequência  $\omega$  num campo magnético uniforme, tal como ilustra a figura.



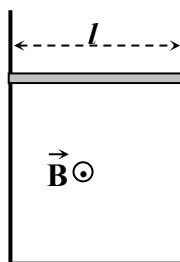
Determine as amplitudes e as frequências da f.e.m. e da corrente induzida, quando a resistência interna do voltímetro é de  $10^6 \Omega$  e a resistência do restante circuito é desprezável.

**Solução:**  $\varepsilon = \frac{\pi R^2}{2} \omega B$  (V);  $I_0 = \frac{\varepsilon}{10^6}$  (A);  $f = \frac{\omega}{2\pi}$  (Hz)

2. Um campo magnético  $\vec{B}$  uniforme varia em grandeza a uma taxa constante  $(dB/dt)$ . Um fio de cobre de massa  $m$  e de raio  $r$ , é dobrado de maneira a formar um círculo de raio  $R$  ( $r \ll R$ ). Mostre que a corrente induzida no anel não depende do tamanho do fio ou do anel formado pelo fio, e é dada por  $I = \frac{m}{4\pi\rho\delta} \left( \frac{dB}{dt} \right)$ , onde  $\rho$  é a resistividade e  $\delta$  é a massa

volúmica do cobre.

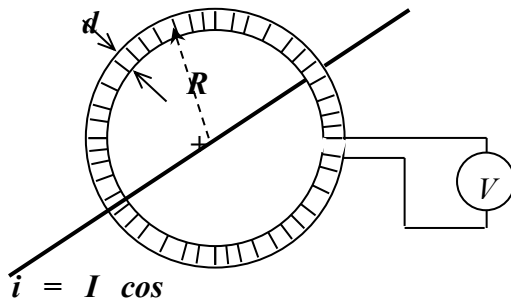
3. Uma barra de massa  $m$  desliza sem atrito em dois carris compridos, verticais e distanciados de  $l$ , unidos numa extremidade. O fio move-se em virtude da força gravítica a que se acrescenta a força magnética, devida a um campo perpendicular ao plano da figura.



- Determine a velocidade final do fio,  $v_f$ , supondo que a resistência do circuito é  $R = \text{constante}$ .
- Se  $m = 0,1 \text{ Kg}$ ;  $R = 1 \Omega$ ;  $l = 0,1 \text{ m}$  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.

**Solução:** a)  $v_f = \frac{mgR}{l^2 B^2}$  (m/s)    b)  $v_f = 0,98$  (m/s);  $I = 0,98$  (A)

4. Um amperímetro “clip-on” é um dispositivo usado frequentemente para medir correntes alternadas elevadas em cabos, sem necessidade de “abrir” o circuito pelo qual a corrente flui.



É constituído por uma bobina toroidal de  $N$  espiras ( $R \gg d$ ) que tem uma ranhura onde se insere o cabo. Às extremidades da bobina liga-se um voltímetro. Explique como funciona o aparelho. Deduza a expressão da tensão em função de  $I$ ,  $\omega$ , e dos parâmetros geométricos do toro.

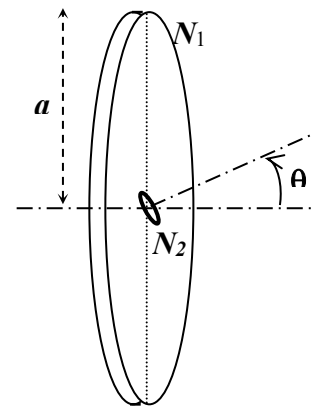
**Solução:**  $v(t) = \frac{\mu_0}{8} N I \omega \frac{d^2}{R} \sin(\omega t)$  (m/s)

5. Uma bobina com  $N$  espiras é colocada ao redor de um solenóide muito comprido, de secção reta  $S$ , com  $n$  espiras por unidade de comprimento.

Mostre que a indutância mútua é  $M = \mu_0 n N S$ .

6. No centro de uma bobina circular estreita de raio  $a$  com  $N_1$  espiras, existe uma bobina muito pequena de área  $S$ , com  $N_2$  espiras. Os eixos das duas bobinas formam um ângulo  $\theta$ . Mostre que a

indutância mútua é  $M = \mu_0 N_1 N_2 \frac{S \cos \theta}{2a}$  (H).



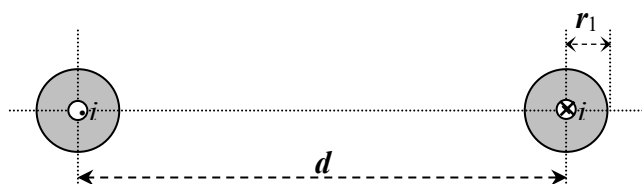
7. Determine o coeficiente de auto-indução dum solenóide toroidal de  $N$  espiras supondo que o raio  $r$  das bobinas é muito pequeno comparado com o raio  $R$  do toróide.

**Solução:**  $L = \mu_0 \frac{N^2 r^2}{2R}$  (H)

8. Considere um cabo coaxial constituído por um condutor interno de raio  $R_1$ , e um condutor externo suposto muito fino de raio  $R_2$ . Mostre que a auto-indução por metro é

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \left( \frac{1}{4} + \log \left( \frac{R_2}{R_1} \right) \right) \text{ (H)} .$$

9. Calcule a auto-indução  $L$  por metro da linha de transmissão formada por dois fios paralelos, representados na figura. Considere  $d \gg r_1$ , mas  $r_1$  não pequeno.



**Solução:** 
$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \left( \frac{1}{2} + 2 \cdot \log \left( \frac{d}{r_1} \right) \right) \text{ (H)}$$