UNIVERSIDADE DE AVEIRO

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

3810-193 AVEIRO

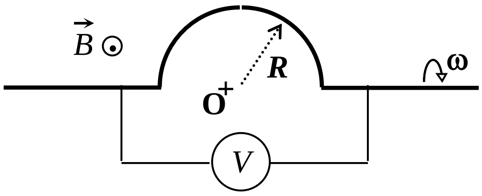
Mecânica e Campo Eletromagnético

Ano letivo 2015/2016

Capítulo 3. Campos elétrico e magnético

4ª serie

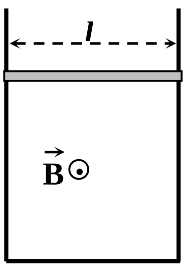
1. Um fio dobrado em semi-círculo, de raio *R*, roda com frequência ω num campo magnético uniforme, tal como ilustra a figura. Determine as amplitudes e as frequências da f.e.m. e da corrente induzida, quando a resistência interna do voltímetro é de $10^6\ \Omega$e a resistência do restante circuito é desprezável.



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

2. Um campo magnético $\vec{\mathrm{B}}$ 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* << *R*). Mostre que a corrente induzida no anel não depende do tamanho do fio ou do anel formado pelo fio, e é dada por $I = \dfrac{m}{4\pi\rho\delta}\left(\dfrac{dB}{dt}\right)$, onde ρ é a resistividade e δ 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.



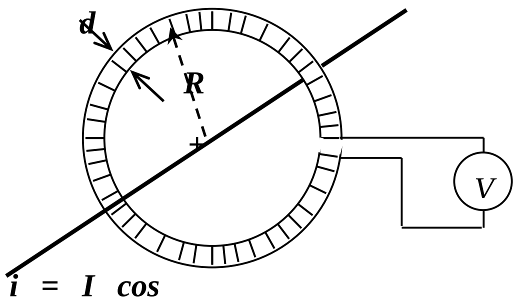
a) Determine a velocidade final do fio, v_f., supondo que a resistência do circuito é *R* = constante.

b) Se *m* = 0,1 Kg ; *R* = 1 Ω ; *l* = 0,1 m e *B* = 10 T, determine v_f e a corrente induzida no circuito.

c) Que transformação de energia ocorre? Mostre que a energia se conserva neste processo.

Solução: **a)** $v_f = \dfrac{mgR}{l^2B^2}$ (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.



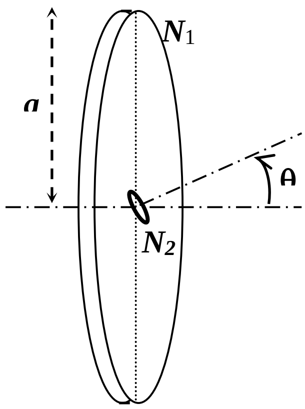
É constituído por uma bobina toroidal de N espiras ($R >> d$) que tem uma ranhura onde se insere o cabo. Às extremidades da bobina liga-se um voltímetro. Explique como funciona o aparelho. Deduza a expressão da tensão em função de I, ω, e dos parâmetros geométricos do toro.

Solução: $v(t) = \frac{\mu_0}{8} N\, I\, \omega \frac{d^2}{R}\, sen(\omega t)$ (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 $M = \mu_o\, n\, N\, S$.

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

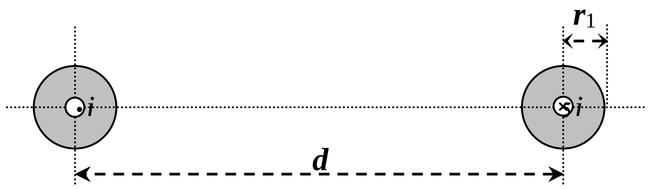


7. Determine o coeficiente de auto-indução dum solenóide toroidal de N espiras supondo que o raio r das bobinas é muito pequeno comparado com o raio R do toróide.

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

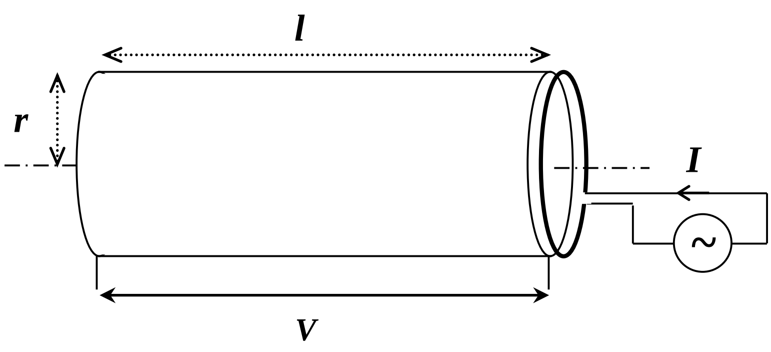
8. Considere um cabo coaxial constituído por um condutor interno de raio R_1, e um condutor externo suposto muito fino de raio R_2. Mostre que a auto-indução por metro é $L = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{1}{4} + \log\left(\frac{R_2}{R_1}\right)\right)$ (H) .

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.



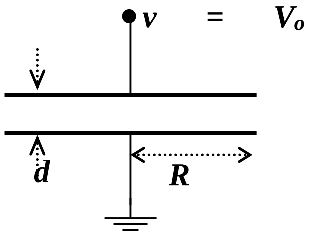
Solução: $L = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{1}{2} + 2.\log\left(\frac{d}{r_1}\right)\right)$ (H)

10. Na figura está representado um solenóide padrão de N espiras, de raio r e de comprimento L. Encostado à uma das suas extremidades encontra-se um anel de mesmo raio, percorrido por uma corrente alternada de amplitude I e frequência angular ω: $I(t)=I_0.\cos(\omega t)$. Exprima a tensão nas extremidades do solenóide. Indique explicitamente as aproximações que fizer.



Solução: $\varepsilon = +\frac{\mu_0 N \pi r^2}{2l}\, \omega\, I_0\, sen(\omega t)$ (V)

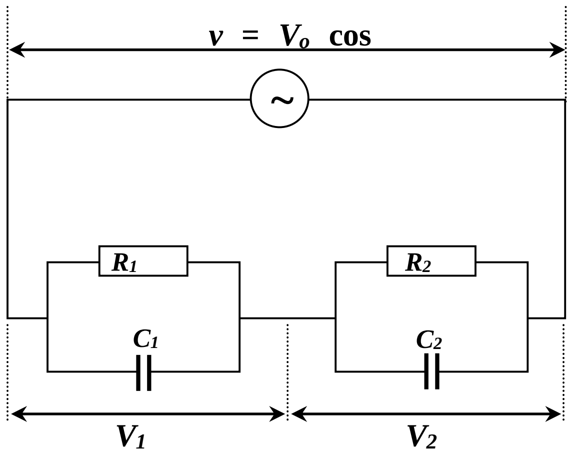
12. Determine, fazendo uso das equações de Maxwell, os campos elétrico e magnético no espaço entre as placas distanciadas de d dum condensador circular de raio R, quando uma tensão sinusoidal está aplicada. Despreze os efeitos de borda.



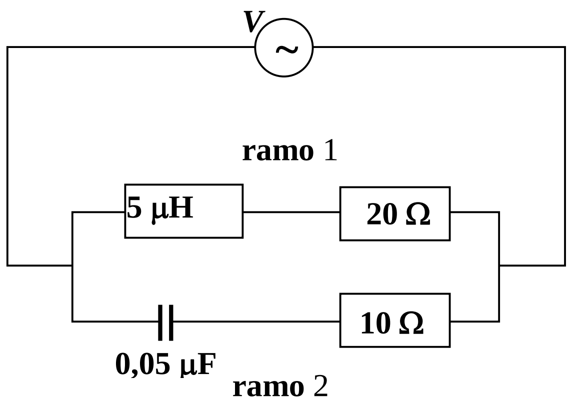
Solução: $\vec{E} = \dfrac{V_o}{d} cos(\omega t)\,\hat{k}$ (V/m) ; $\vec{B}(r) = -\dfrac{\varepsilon_0\,\mu_0\,r\,\omega V_0}{2d}\, sen(\omega t)\,\hat{u}$ (T)

13. Um atenuador ou divisor de tensão que tem um fator de divisão independente da frequência de tensão, é na prática muito útil. Um esquema para o realizar é o seguinte.

Prove que V_2/V_0 é independente da frequência quando $R_1C_1 = R_2C_2$



14. No circuito da figura, a que frequências de tensão alternada será dissipada igual potência nos ramos **1** e **2** ?



Solução: $\omega = 1{,}7\times10^{6}$ rad/s ou $f = 272{,}4$ KHz ; $Z_1 = 21{,}75\ \Omega$; $Z_2 = 15{,}35\ \Omega$