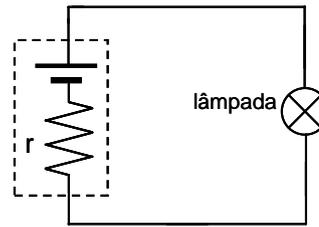


Circuitos elétricos

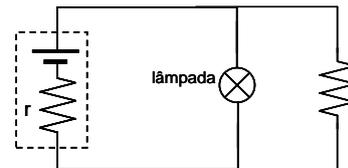
1) Considere um circuito no qual uma lâmpada é conectada a uma bateria real. A bateria tem uma resistência interna constante de 0,1 ohm e uma voltagem de 1,5 V (circuito aberto). Suponha que a lâmpada tem uma resistência constante de 5Ω e que ela brilha somente se a corrente através dela for maior que 0,1 A.



a) Encontre a corrente através da lâmpada. Ela brilha? Explique seu raciocínio.

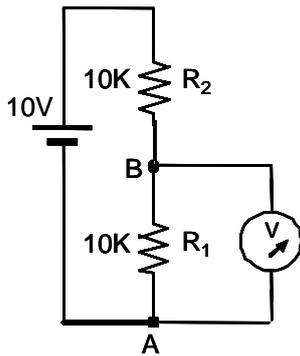
b) Quantas lâmpadas idênticas podem ser conectadas em paralelo com a lâmpada original antes desta se apagar? Explique seu raciocínio.

c) Imagine que a bateria esta em curto por uma resistência como mostrado. Encontre a resistência deste resistor para que a lâmpada emita luz.

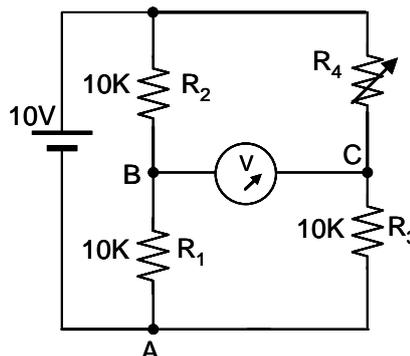


d) Suponha que a resistência do resistor em curto na parte (c) fosse aumentada. O brilho da lâmpada aumentaria, diminuiria, ou permaneceria o mesmo? Explique seu raciocínio.

2)



(a)



(b)

- a) Encontre a expressão da tensão V_{BA} para o divisor de tensão mostrado na Figura (a) acima, em função da tensão da fonte V_o e dos resistores R_1 e R_2 .
- b) Use o resultado do item a) para encontrar a expressão para a tensão $V_{BC} = V_{BA} - V_{CA}$ na ponte de Wheatstone (na Figura b acima) expressando em função da tensão da fonte V_o e dos resistores R_1, R_2, R_3 e R_4 . Encontre a condição em que a ponte está “zerada”, ou seja, $V_{BC}=0$.
- c) Com a ponte zerada, suponha que o resistor R_1 varie um pouco, por exemplo, devido a uma variação de temperatura. Encontre a expressão para a variação de tensão, ΔV_{BC} , devido à variação V_{BC} supondo que todos os outros parâmetros (V_o, R_2, R_3 e R_4) permanecem constantes.

dica: note que $V_{BC} = V_{BA} - V_{CA}$, mas se V_o, R_3 e R_4 permanecem constantes então $\Delta V_{CA}=0$, logo

$$\Delta V_{BC} = \Delta V_{BA} = \frac{\partial V_{BA}}{\partial R_1} \times \Delta R_1$$

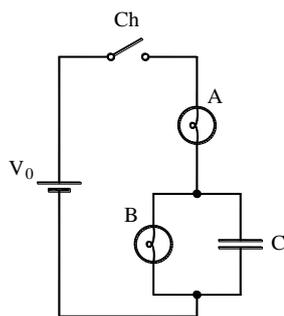
- d) Considere o caso da ponte de Wheatstone (Fig. b) com $V_o = 10$ V e $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10k\Omega$, onde R_1 é um termistor (resistor que varia com a temperatura) com coeficiente de variação $\alpha = 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Estime a menor variação de temperatura que pode ser determinada através da ponte de Wheatstone (Fig. b acima) usando um voltímetro com sensibilidade máxima de 0,01mV. **(valor 1,0)**

obs: o coeficiente α é definido por $(\Delta R_1/R_1) = \alpha \Delta T$

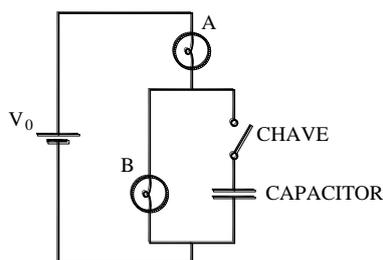
Justifique todas as suas respostas

Capacitores

3)



(a)



(b)

Dois lâmpadas idênticas e um capacitor (inicialmente descarregado) são conectados a uma bateria ideal (com tensão V_0) tal como ilustrado na Figura (a) acima.

Logo após a chave ser fechada:

a) descreva o que observou em relação ao brilho das lâmpadas A e B. Qual o valor da diferença de potencial na lâmpada A (V_A), na lâmpada B (V_B), no capacitor (V_C)?

b) sendo I_0 a corrente da bateria, classifique (compare) as correntes I_A , I_B , I_C e I_0 .

Muito tempo após a chave ser fechada:

c) classifique as correntes I_A , I_B , I_C e I_0 .

d) classifique o valor das tensões V_A , V_B , V_C e V_0 .

e) esboce os gráficos de $V_A(t)$, $V_B(t)$, $V_C(t)$, $I_C(t)$ e $I_0(t)$, desde $t=0$ até atingir o estado estacionário.

f) Descreva sucintamente o que ocorre quando a chave no circuito da Fig.(b) acima é fechada, supondo que o capacitor esteja inicialmente descarregado.

4)

A tabela abaixo ilustra a curva de decaimento de um circuito RC, ou seja, a dependência temporal da tensão no capacitor, $V_c(t)$.

a) Descreva sucintamente o circuito utilizado e como você fez este experimento.

b) Faça o gráfico de V_c vs. t no papel monolog e determine a constante de decaimento τ deste circuito RC.

justifique suas respostas

| t (seg.) | V_c (Volt) |
|------------|--------------|
| 0 | 9,0 |
| 10 | 7,4 |
| 20 | 5,8 |
| 30 | 3,5 |
| 40 | 2,8 |
| 50 | 2,5 |
| 60 | 1,2 |
| 70 | 1,1 |
| | |

Magnetismo

5) A Figura abaixo ilustra uma bússola fixada na mesa do laboratório distante de imãs, sob a ação do campo magnético da Terra de valor B_T . Neste caso o ângulo θ entre a bússola e o eixo x é de 90° . Explique o que ocorre nas seguintes situações:

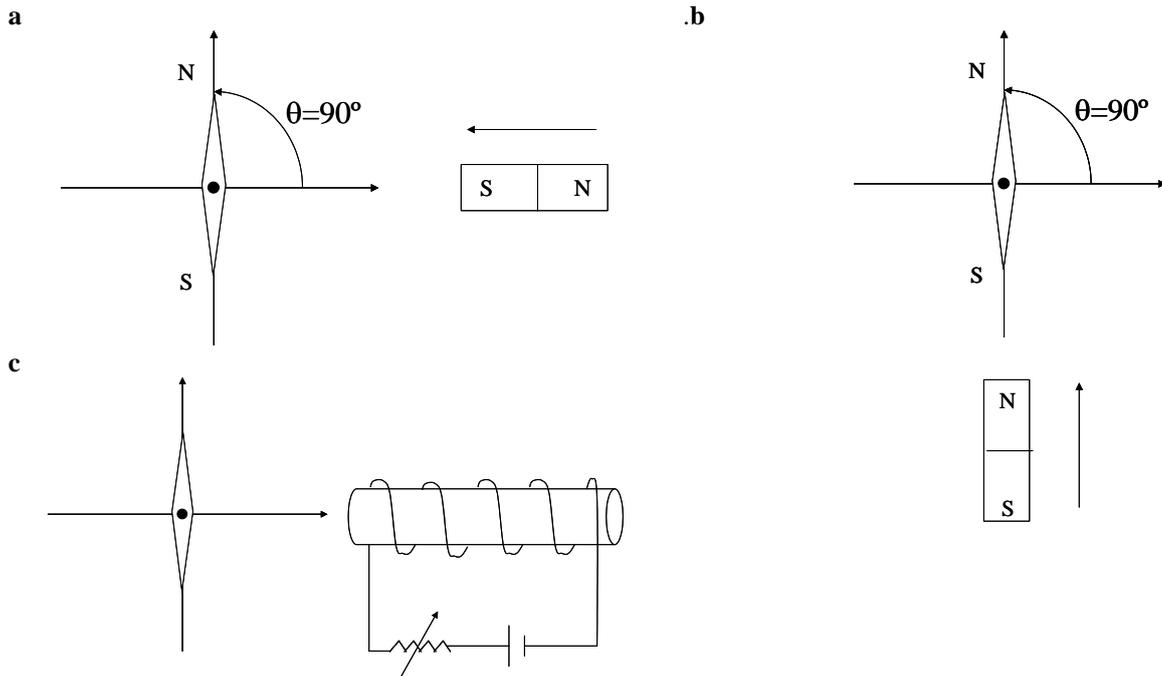
a) Um estudante aproxima um imã à bússola conforme ilustrado na Fig. a.

b) O procedimento do item a) pode ser usado para medir o campo devido ao imã e determinar seu momento magnético? Caso afirmativo, explique sucintamente como.

c) Um estudante aproxima um imã à bússola conforme ilustrado na Fig. b.

d) O procedimento do item c) pode ser usado para medir o campo devido ao imã e determinar o momento magnético do imã? Caso afirmativo, explique sucintamente como.

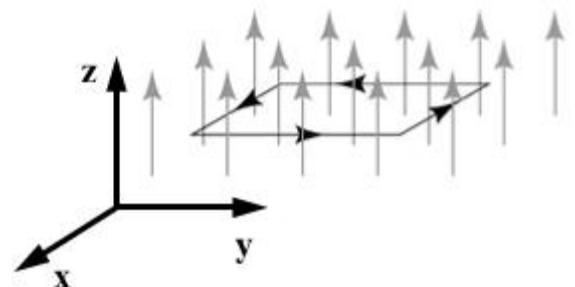
e) Um estudante coloca uma bobina próxima a bússola, tal como indicado na Fig. c. Inicialmente a corrente é nula e é gradualmente aumentada (experimentalmente isto é feito ajustando-se apropriadamente a resistência do reostato). A a bobina é mantida fixa. Descreva o que ocorre.



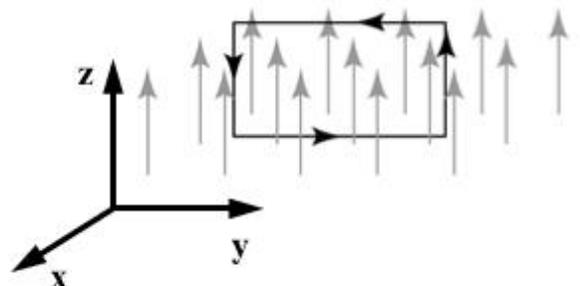
| | |
|--|--|
| <p>6) i) Para cada eletromagneto (Figura ao lado) explique se ele é atraído ou repellido pelo magneto permanente da direita.</p> <p>ii) Explique, para cada caso, o que ocorre se o sentido da corrente for invertido.</p> | |
| <p>iii) explique, em cada caso (Figura ao lado) se a força entre os eletromagnetos ilustrados ao lado é atrativa ou repulsiva.</p> | |

7) Uma espira retangular é submetida a um campo magnético (na direção z) perpendicular ao seu plano (xy). Há uma corrente constante fluindo através da espira, tal como mostrado na Figura ao lado. Escreva a direção e sentido da força (\mathbf{F}) resultante e do torque ($\boldsymbol{\tau}$) resultante na espira. Caso considere que não há força ou torque, escreva $F = 0$ ou $\tau = 0$, respectivamente.

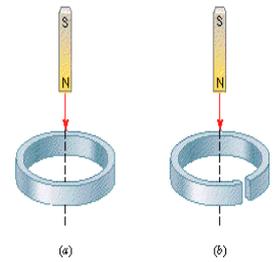
Obs: note que \vec{F} e $\vec{\tau}$ são grandezas vetoriais.



8) Agora a mesma espira retangular do problema anterior é submetida a um campo magnético (na direção z) paralelo ao seu plano (yz). Há uma corrente constante fluindo através da espira, como mostrado na Figura ao lado. Escreva a direção da força (\mathbf{F}) resultante e/ou torque ($\boldsymbol{\tau}$) resultante na espira. Caso considere que não há força (torque) escreva $F = 0$ ($\tau = 0$).



- 9) A mostra um ímã vertical caindo perpendicularmente ao plano do anel de metal. Na Figura (a), ao lado, o anel é contínuo em toda sua extremidade, mas na Fig.(b) há um corte.
- i) Há corrente induzida no anel? caso afirmativo em qual sentido, horário ou anti-horário visto de cima (da posição do ímã) ? O anel sofre alguma força magnética? caso afirmativo, a força entre o anel e o ímã é atrativa ou repulsiva?
- ii) idem para a parte b) da Figura ao lado.

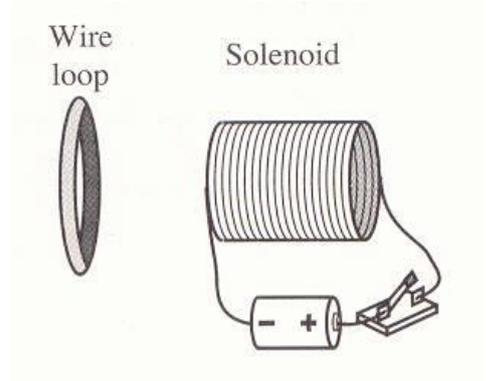


10) A Figura ao lado ilustra um anel de cobre (*wire loop*) colocado ao lado de uma bobina ou solenóide (*solenoid*). Inicialmente o interruptor está aberto. Suponha que quando o interruptor é fechado, a bobina produza um campo magnético na direção de seu eixo da e apontando para direita. Preveja se há indução de corrente no anel de cobre nas seguintes situações:

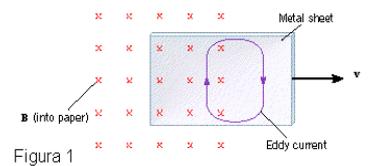
- imediatamente após o interruptor ser fechado.
- muito tempo após o interruptor ser fechado.
- imediatamente após o interruptor ser aberto.
- muito tempo após o interruptor ser aberto.

Nos casos em que há indução de corrente, esboce esquematicamente:

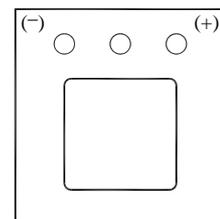
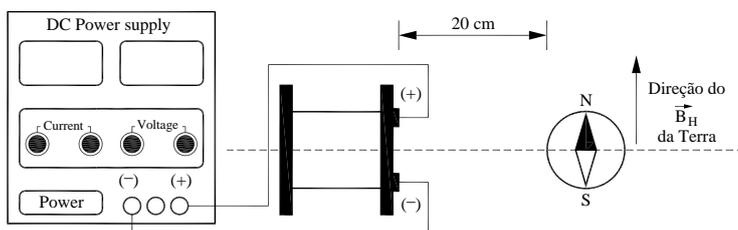
- o sentido da corrente no anel (horário ou anti-horário para um observador a direita do anel, ou seja, próximo a bobina).
- o sentido momento magnético do anel (ou o ímã equivalente).
- a força magnética entre o anel e a bobina.



- 11) Correntes circulares, conhecidas como “Eddy currents”, (*Veja figura*) são correntes elétricas que podem originar-se em um pedaço de metal (*Metal sheet*) que se move através de uma região onde o campo magnético não é o mesmo em toda a parte. A Figura ao lado mostra por exemplo, uma folha de metal movendo-se para a direita com uma velocidade v e campo magnético B que é diretamente perpendicular a folha de metal. Em um dado instante, o campo magnético somente se estende acima da metade esquerda da folha. Uma f.e.m (força eletromotriz) induz uma corrente circular como é mostrada na figura. Explique porque esta corrente causa na folha de metal uma força contrária ao movimento. Este mecanismo é usado em vários mecanismos, como por exemplo em freios.



- 12) a) Um estudante liga uma bobina a uma fonte de corrente contínua (*DC Power Supply*). Ele observa que a bússola gira no sentido horário quando bobina é conectada conforme ilustrado na Figura abaixo. Qual a direção do campo \vec{B} , gerado pela bobina? Indique no centro da bobina do espaço da direita utilizando a notação \otimes (campo entrando na página) ou \odot (saindo da página).

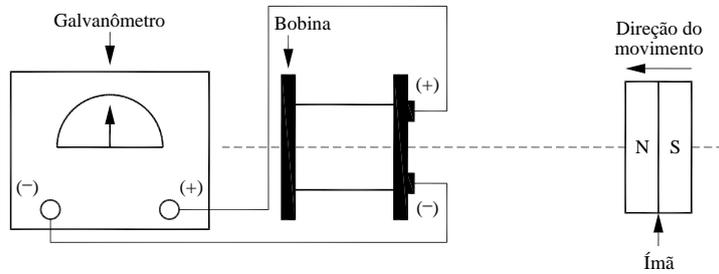


Vista frontal da bobina para um observador à direita (próximo a bússola)

- b) Estime o valor do campo magnético produzido pela bobina com $I = 1A$ a $z = 30cm$ de distância do centro da bobina.

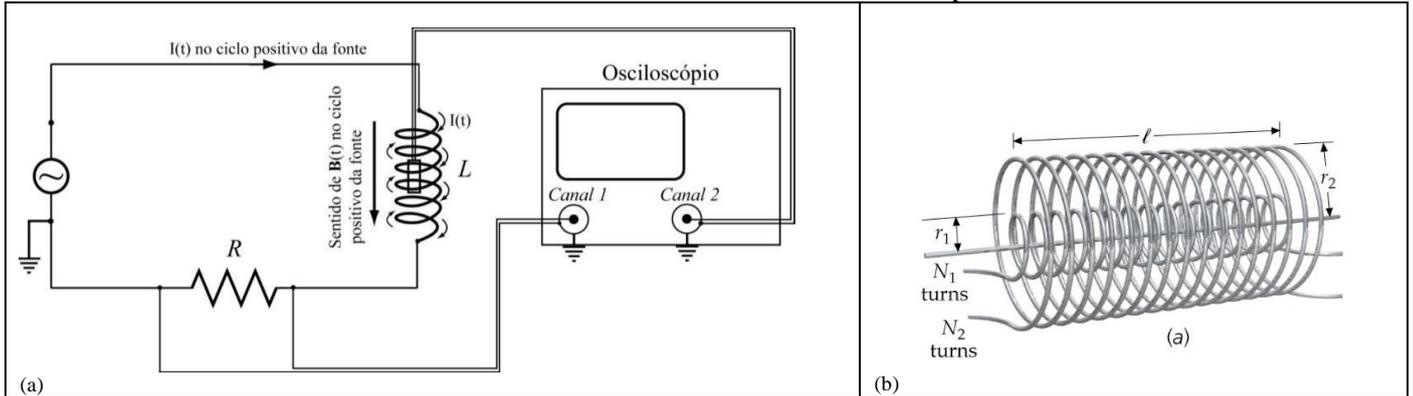
Obs: Embora a bobina tenha seção quadrada, uma estimativa grosseira pode ser obtida com a expressão para um anel de corrente, multiplicando o valor por N (número de espiras) e a área da bobina ($A \sim 16 \text{ cm}^2$) $B_z = N \cdot \frac{\mu_0 I A}{2\pi z^3}$.

- c) Suponha agora que o estudante movimente um ímã conforme ilustrado na Figura abaixo. Há corrente induzida na bobina? Caso afirmativo, a corrente indicada no galvanômetro é positiva ou negativa? A bobina gera um campo magnético? Caso afirmativo, indique a direção do campo gerado pela bobina, \vec{B} , no espaço à direita da Figura (use a notação \otimes ou \odot , tal como no item anterior).



13) Indutância Mútua

A Figura (a) ilustrada abaixo mostra o circuito utilizado no vídeo do Prof. Eduardo Ribeiro sobre Magnetismo e lei da Indução de Faraday. Inicialmente a sonda Hall é utilizada para medir o campo magnético dentro de uma bobina, ou seja, a sonda produz uma tensão $V_{Hall}(t)$ proporcional ao campo magnético $B(t)$. O vídeo então que sinal $V_{Hall}(t)$ (monitorado pelo Canal 2 dos osciloscópio) é proporcional a corrente na bobina $I_L(t) = V_R/R$, ou seja, a corrente pode ser medida através da tensão no resistor R e monitorada no Canal 1 do osciloscópio.



Numa segunda demonstração, no lugar da sonda Hall, uma segunda bobina (denominada bobina de *pick up* ou bobina de prova) é inserida dentro da bobina. É mostrado então, que uma corrente variável $I_L(t)$ produz um campo magnético no interior da bobina $B(t) \propto I_L(t)$ e a tensão na bobina *pick up* é proporcional a derivada $dI_L(t)/dt$. A Figura (b) acima ilustra esquematicamente este experimento. Nesta Figura, a bobina externa tem N_2 espiras (raio r_2) e a bobina interna (*pick up*) tem N_1 espiras (raio r_1).

Características geométricas da bobina e bobina de prova (*pick up*)

Bobina externa: número de espiras $N_2 = 760$, comprimento $l_2 = 15$ cm, raio $r_2 = 2.25$ cm.

Número de espiras por unidade de comprimento $n_2 = N_2/l_2 = 5.07 \times 10^3$

Bobina de prova (*pick up*): número de espiras $N_1 = 2100$, comprimento $l_1 = 6$ cm, raio $r_1 = 0.75$ cm.

Número de espiras por unidade de comprimento $n_1 = N_1/l_1 = 3.5 \times 10^4$

- Suponha que no experimento observou-se $V_R(t) = v_r \cdot \text{sen}(\omega t)$ com $v_r = 1,65$ V, $\omega = 200\pi$ rad/seg ($f = 100$ Hz). Calcule o campo magnético $B(t)$ no interior da bobina.
- Conhecendo os dados da bobina de prova (vide acima) calcule a amplitude da tensão ε_1 que deve ser observada na bobina de prova.
- Mostre que se $\varepsilon_1 = \omega M I_2$, onde I_2 representa a amplitude da corrente na bobina externa, a chamada indutância mútua é dada por $M = \mu_0 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot A$ onde $A = \pi \cdot r_1^2$. Obtenha o valor de M (em Henries) usando os dados acima.
- Suponha que experimentalmente se observou uma amplitude $\varepsilon_{exp} = 0,25$ V. Qual o valor seria observado se o valor de ω dobrar?

14) No circuito ao lado,

- determine o valor das correntes I_1 , I_2 e I_3 imediatamente após a chave ser fechada ($t = 0$).
- Muito tempo após a chave ser fechada ($t \rightarrow \infty$) determine o valor das correntes I_1 , I_2 e I_3 .
- Considere que, muito tempo após a chave ser fechada a chave é aberta subitamente. Neste instante, obtenha o valor das correntes I_1 , I_2 e I_3 .

