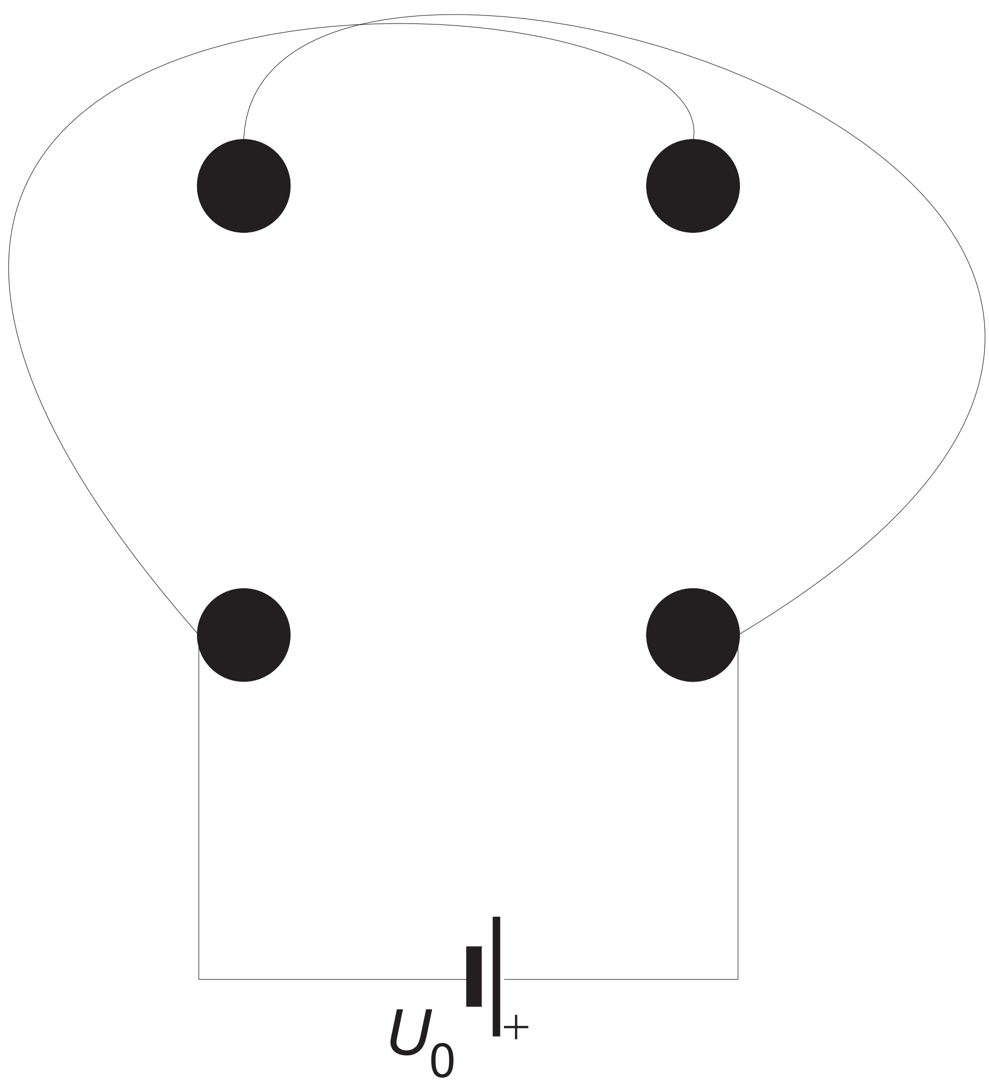
Universidade de São Paulo / Instituto de Física de São Carlos 4.10.2012
Laboratório de Física III Prova 1

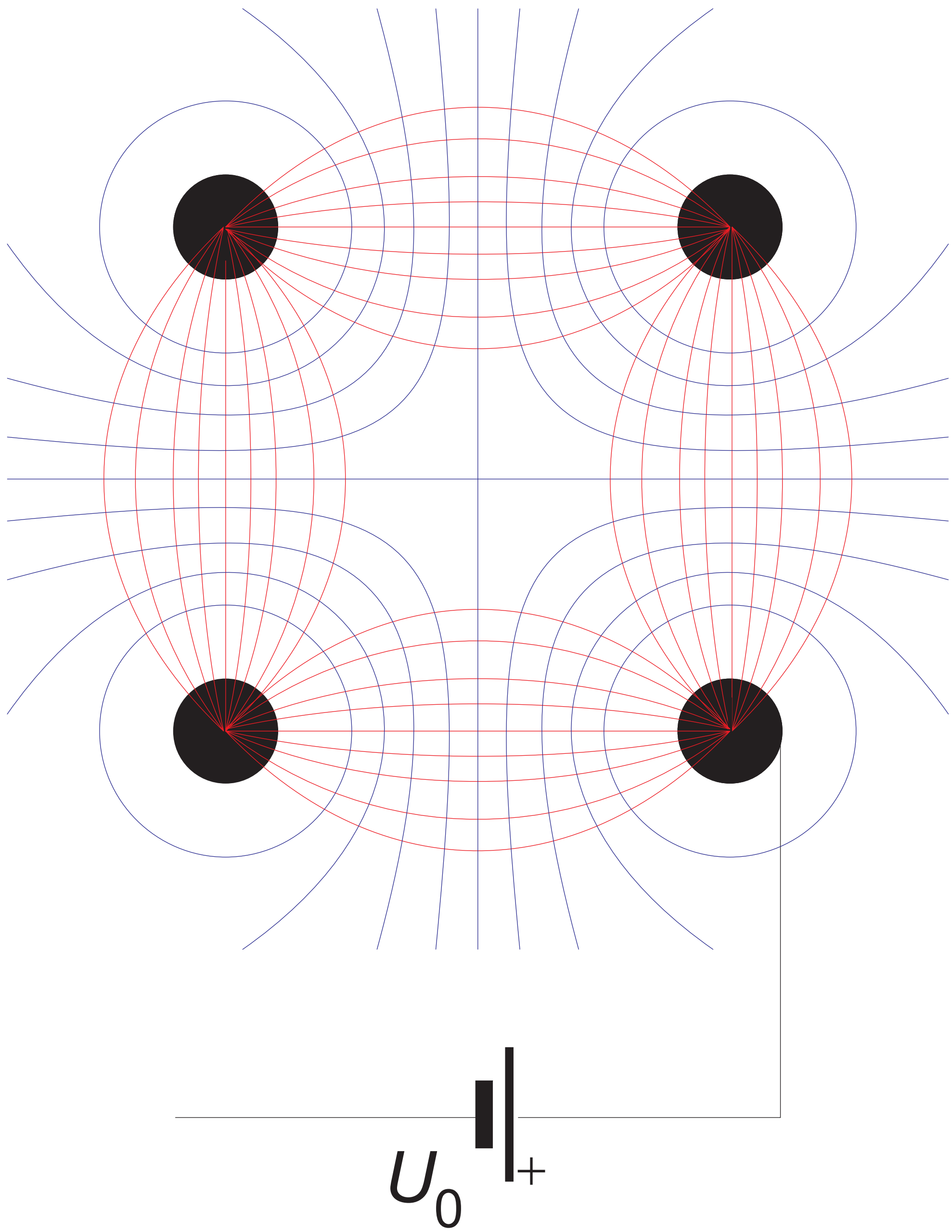
Nome: Matricula:

Questão 1: Linhas de campo e equipotenciais (1 ponto)

Faz um esboço das linhas do campo elétrico (0.5 pontos) e das linhas equipotenciais (0.5 pontos) para a seguinte configuração de eletrodos baseando-se nos princípios da eletrostática.



Solução 1



Questão 2: Resistividade e dissipação resistiva (1 ponto)

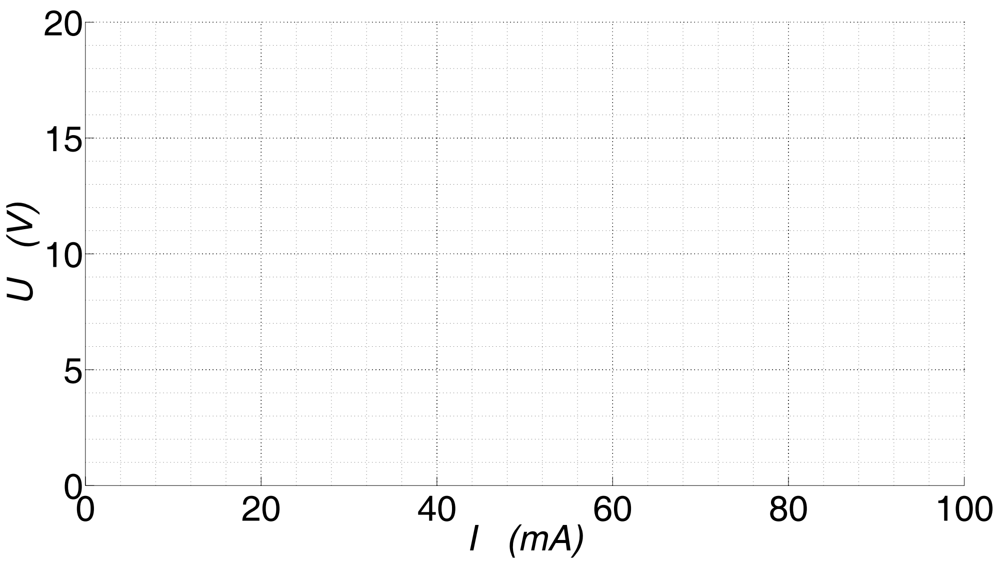
Num cabo de cobre ($\rho = 0.02\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$) de 100 m de comprimento e 1 mm de diâmetro está aplicada uma tensão de $U = 10$ V. Calcule a corrente percorrida no cabo.

Solução 2

A resistividade do cabo é $R = \rho L/(\pi r^2/4) = 2.55\ \Omega$. A corrente é $I = \frac{U}{R} = 4$ A.

Questão 3: Resistências não Ohmicas (2 pontos)

a. Desenhe a tensão U dissipada num resistor ôhmico $R = 30\ \Omega$ em função da corrente I no intervalo $I = 0$ a 100 mA (0.5 pontos).
b. No mesmo gráfico, desenhe a função $U(I)$ para uma lâmpada incandescente de tungstênio. Sem corrente a lâmpada tem a resistência $R_{20°\text{C}} = 30\ \Omega$. Com uma corrente de 100 mA a lâmpada aquece tal, que a temperatura fica $T = 1000°\text{C}$.
Ajuda: Suponha que a resistência varia linearmente com a temperatura, $R = R_{20°\text{C}}[1 + \alpha(T - 20°\text{C})]$, e linearmente com a corrente, $R = mI + R_{20°\text{C}}$, onde o coeficiente angular m pode ser determinado pelas dadas condições. O coeficiente de temperatura do tungstênio é $\alpha = 4.5 \cdot 10^{-3}\ °\text{C}^{-1}$ (1.5 pontos).



Solução 3

a. Claro.
b. Resistência em $T = 1000°\mathrm{C}$,

$$R = R_{20°\mathrm{C}}[1 + \alpha(T - 20°\mathrm{C})] = 162\ \Omega\ .$$

Tensão

$$U = RI = 16.2\ \mathrm{V}\ .$$

Com

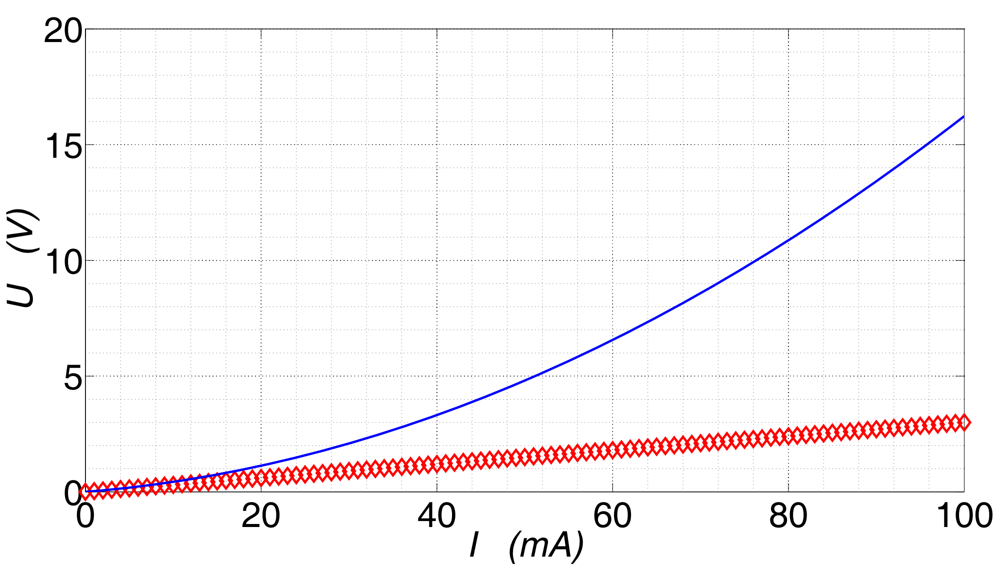
$$R = mI + R_{20°\mathrm{C}}\ ,$$

usando o dado ponto, deduzimos

$$m = \frac{R - R_{20°\mathrm{C}}}{I} = 1320\ \Omega/\mathrm{m}\ .$$

e a curva fica

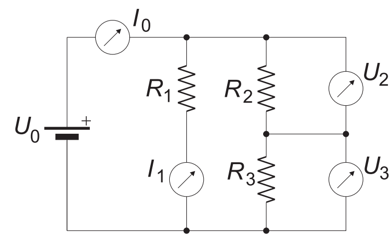
$$U = (mI + R_{20°\mathrm{C}})I\ .$$



Questão 4: Circuito de resistores (2 pontos)

Considere o circuito ao lado com $U_0 = 10$ V, $R_1 = R_3 = 1$ kΩ e $R_2 = 3$ kΩ. Os medidores são ideais, isto é, voltímetros tem resistência interna infinita e os amperímetros tem resistência interna igual a zero. Baseando-se nas leis de Kirchhoff, calcule

a. a corrente total I_0 (0.5 pontos);
b. a corrente I_1 (0.5 pontos);
c. a tensão U_2 (0.5 pontos);
d. a tensão U_3 (0.5 pontos).



Solução 4

a.

$$I_0 = \frac{U_0}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2+R_3}\right)^{-1}} = \frac{5U_0}{4R_1} = 12.5 \text{ mA} .$$

b.

$$I_1 = \frac{U_0}{R_1} = 10 \text{ mA} .$$

c.

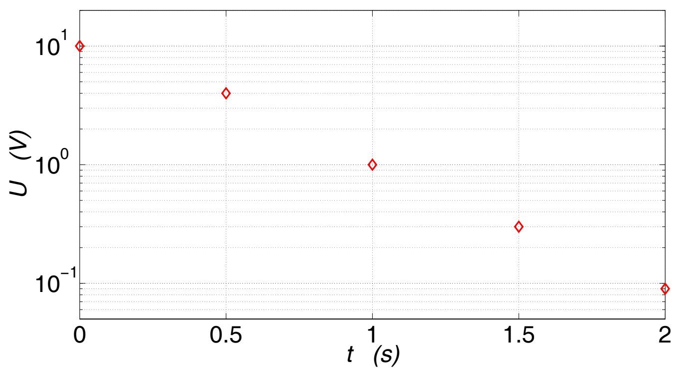
$$U_2 = \frac{R_2}{R_2 + R_3} U_0 = 7.5 \text{ V} .$$

d.

$$U_3 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} U_0 = 2.5 \text{ V} .$$

Questão 5: Descarga de um capacitor (2 pontos)

Um capacitor com a capacitância C está descarregando sobre uma resistência $R = 1$ kΩ. O experimentador mede a evolução temporal da tensão $U(t)$ sobre o capacitor mostrada no gráfico abaixo (0.5 pontos).
a. Desenhe um circuito adequado para carregar e depois descarregar o capacitor medindo a tensão (0.5 pontos).
b. Em qual tempo a tensão cai para $\frac{U(0)}{e}$ (0.5 pontos)?
c. Qual é a capacitância do capacitor (0.5 pontos)?
d. Qual é a carga inicial do capacitor (0.5 pontos)?



Solução 5

a. Obvio.

b.

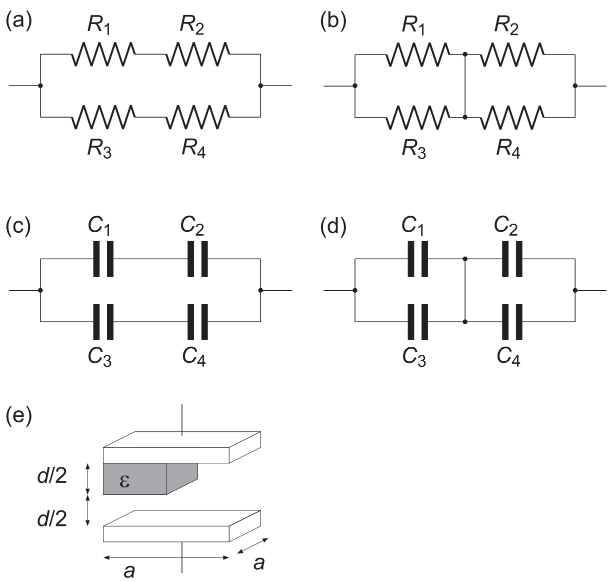
$$\tau \simeq 0.7 \text{ s } .c.C = \frac{\tau}{R} = 700 \ \mu\text{F} \ .$$

d.

$$Q(0) = CU(0) = 7 \text{ mC} \ .$$

Questão 6: Circuitos de resistores e capacitores (2 pontos)

Calcule a resistência e a capacitância total dos seguintes circuitos.
Ajuda para (e): Considere o capacitor como um conjunto de capacitores com/sem dielétrico em série e em paralelo.



Solução 6

a.

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1+R_2} + \frac{1}{R_3+R_4}} \ .$$

b.

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} + \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} \ .$$

c.

$$R = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} + \frac{1}{\frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}} \ .$$

d.

$$R = \frac{1}{\frac{1}{C_1+C_2} + \frac{1}{C_3+C_4}} \ .$$

e.

$$C = \epsilon_0 \frac{a^2/2}{d} + \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_0 \epsilon \frac{a^2/2}{d}}} + \frac{1}{\epsilon_0 \frac{a^2/2}{d}} = \epsilon_0 \frac{a^2}{2d} \frac{2+\epsilon}{1+\epsilon} \ .$$