

Exercícios – Módulo Eletrostática IV

Leis de Ohm

Terceiro Ano do Ensino Médio

Autor: Vinicius Henning

Revisor: Luna Lima



1. Exercícios resolvidos sobre Leis de Ohm

Exercício 1) Neste exercício teremos uma melhor noção da diferença de mobilidade dos elétrons entre condutores e isolantes. Para tal, vamos considerar um bom condutor, o cobre, de resistividade $\rho_C = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ e um isolante (mal condutor), como a borracha de pneu, de resistividade $\rho_B = 1 \times 10^{13} \Omega \cdot m$.

- Considere um fio de um metro de comprimento e seção reta de área $A = 2mm^2$. Para esses parâmetros geométricos, calcule a resistência para um fio de cobre e um fio de borracha de pneu.
- Suponha que você utilize uma [bateria de lítio](#) que produz uma diferença de potencial $U = 3V$ e monte um circuito com os fios de resistências já conhecidas, que você calculou no item (a). Você então conecta um amperímetro e mede a corrente que passa nos dois fios para a mesma diferença de potencial. Qual o valor das correntes para as duas situações?

Solução:

a) Nesta primeira parte do exercício precisamos apenas utilizar a segunda lei de Ohm para obter a resistência dos fios com a geometria descrita. A segunda lei de Ohm é

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Assim, somente precisamos substituir os valores. Contudo, é bom verificarmos que as unidades estão corretas antes de fazermos as contas. Note que a resistividade foi expressa no SI (sistema internacional) e o comprimento também é dado em metro. Todavia a área foi dada em milímetros quadrados, em vez de metros quadrados. Para convertermos, basta lembrar que

$$1m = 10^2 cm = 10^3 mm,$$

logo $1mm = 10^{-3}m$. Assim, a resistência para o fio de cobre de um metro de comprimento e $2mm^2$ de área é

$$R_C = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m \frac{1m}{2mm^2} = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m^2 \frac{1}{2 \cdot (10^{-6}m^2)}$$
$$R_C = 8,5 \times 10^{-3} \Omega = 8,5m\Omega$$

Note que termos convertido as unidades de mm^2 para m^2 foi essencial para o cancelamento das unidades e nossa resposta final ser dada em Ω , caso contrário ela seria dada em $\Omega m^2 / m m^2$.

Para a borracha temos um cálculo semelhante:

$$R_B = 10^{13} \Omega \cdot m \frac{1m}{2 \cdot (10^{-6}m^2)} = 5 \times 10^{18} \Omega$$

b) Como a diferença de potencial aplicada nas extremidades do fio é de $U = 3V$, a corrente pode ser obtida pela primeira lei de Ohm:

$$i = \frac{U}{R}$$

No caso do fio de cobre a corrente é de

$$i_c = \frac{3}{8,5 \times 10^{-3}} \approx 350A$$

Para o fio de borracha, a corrente para a mesma ddp é

$$i_B = \frac{3}{5 \times 10^{18}} \approx 6 \times 10^{-19}A$$

Assim, observamos que de fato a corrente que flui através de um material isolante é **ordens de grandeza** menor que a corrente que flui num condutor para mesma diferença de potencial. Este é um dos motivos pelos quais operários que trabalham com rede elétrica usam luvas isolantes. Pois, apesar de o corpo humano ser um bom condutor de corrente, por ser 60%-70% composto por água, a luva gera uma resistência muito alta pela qual os elétrons teriam que passar para chegar ao nosso corpo.

Exercício 2) Neste exercício vamos entender um pouco mais sobre os raios e trovões. O ar da atmosfera é um dielétrico. Todavia, devido ao acúmulo de cargas nas nuvens, essas podem adquirir uma diferença de potencial (comparado à Terra) de dezenas de quilovolts. Essa diferença de potencial é tão grande, que ocorre um fenômeno chamado [ruptura dielétrica](#), onde o meio dielétrico (ou isolante), neste caso o ar, deixa de ser isolante e passa a ser condutor, permitindo a passagem dos elétrons entre as nuvens e a Terra.

Sabendo que em um raio são transferidos aproximadamente 15 C de carga num tempo $t = 0,5ms$, calcule:

- a) O número aproximado de elétrons transferidos num raio.
- b) A corrente produzida por um raio que transfere 15 C de carga para a Terra.
- c) Vamos assumir que o valor aproximado da resistência do corpo humano seja $R_{corpo} = 2500\Omega$. Calcule a diferença de potencial que precisaria ser aplicada num corpo de resistência R_{corpo} para produzir uma corrente igual à encontrada no item (b).

Solução:

a) Para descobrirmos o número de elétrons em $Q = 15C$, somente precisamos dividir Q pela carga fundamental $e = 1,6 \times 10^{-19}C$.

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{15}{1,6 \times 10^{-19}} \approx 1 \times 10^{19} \text{elétrons}$$

b) Como sabemos, a intensidade da corrente é dada pelo fluxo de cargas por unidade de tempo, assim:

$$i = \frac{Q}{t} = \frac{15C}{0,5 \cdot 10^{-3}s} = 30kA$$

c) Para estimarmos a diferença de potencial que teria que ser aplicada para gerar uma corrente de intensidade $i = 30kA$, precisamos utilizar a primeira lei de Ohm, pois temos a resistência e a corrente e queremos saber a diferença de potencial. Logo, temos

$$U = (2500\Omega)(30kA) = 75 \times 10^6V$$

Exercício 3) Considere o gráfico abaixo da diferença de potencial *versus* a corrente.

a) O gráfico abaixo é de um material Ohmico?

b) Baseado na resposta do item anterior, você é capaz de calcular a resistência? Se sim, calcule-a.

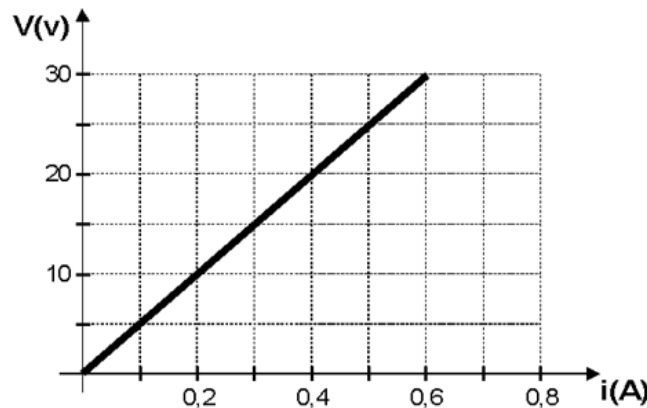


Fig. 1: Gráfico da diferença de potencial versus a corrente (link retirado do site da [ufrgs](#))

Solução:

a) Sim, o gráfico é associado a um material ôhmico. Nós podemos observar que existe uma relação linear entre a voltagem e a corrente, isto é, ao aplicarmos uma diferença de potencial, a corrente responde linearmente.

b) Sim, nós podemos calcular. Como há uma resposta linear entre a ddp e a corrente, isto significa que a resistência é constante em todo o intervalo mostrado no gráfico e podemos calculá-la pelo coeficiente angular da reta. Utilizando a lei de Ohm e escolhendo dois pontos no gráfico, nós temos:

$$R = \frac{U}{i} = \frac{30 - 10}{0,6 - 0,2} = \frac{20}{0,4} = 50\Omega$$

Note que qualquer dupla de pontos escolhidas dar-nos-iam a resistência; poderíamos inclusive ter pego os pontos, por exemplo

$$R = \frac{U}{i} = \frac{10 - 0}{0,2 - 0} = 50\Omega$$

Exercício 4) Num exercício da aula anterior, nós consideramos um fio condutor acoplado a um contador de carga, no qual observamos a passagem de um total de carga $\Delta Q = 28mC$ no período de quatro segundos.

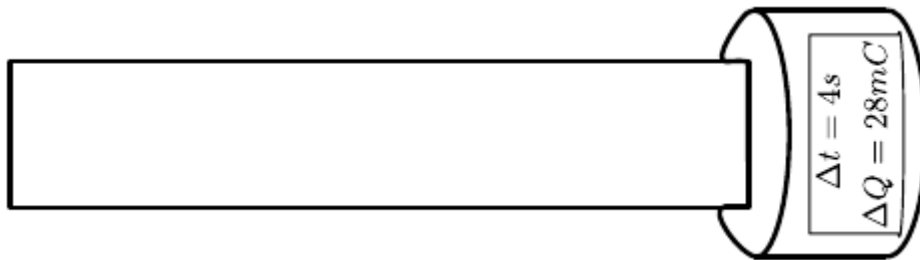


Fig. 2: Contador de carga acoplado a um fio condutor.

Suponha que foi utilizada uma diferença de potencial de $U_{AB} = 35V$. Sabendo-se que o fio é um condutor ôhmico, qual a resistência do fio?

Solução:

Nós sabemos que quando o material é um condutor ôhmico (ou condutor linear), a resposta da corrente ao aplicarmos uma diferença de potencial é linear. Isto é,

$$U_{AB} = R \cdot i$$

Primeiro vamos calcular a corrente:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{28 \cdot 10^{-3} C}{4s} = 7 \cdot 10^{-3} C/s = 7mA$$

Como o enunciado diz que foi aplicada uma diferença de potencial $U_{AB} = 35V$, podemos obter direto a resistência: basta invertermos a equação acima ($R = U_{AB}/i$).

$$R = \frac{35V}{7 \cdot 10^{-3} A} = 5 \cdot 10^3 V/A = 5k\Omega$$

Note que se fizermos um gráfico da diferença de potencial *versus* corrente, a resistência é o coeficiente angular da reta (marcado na Fig. 3).

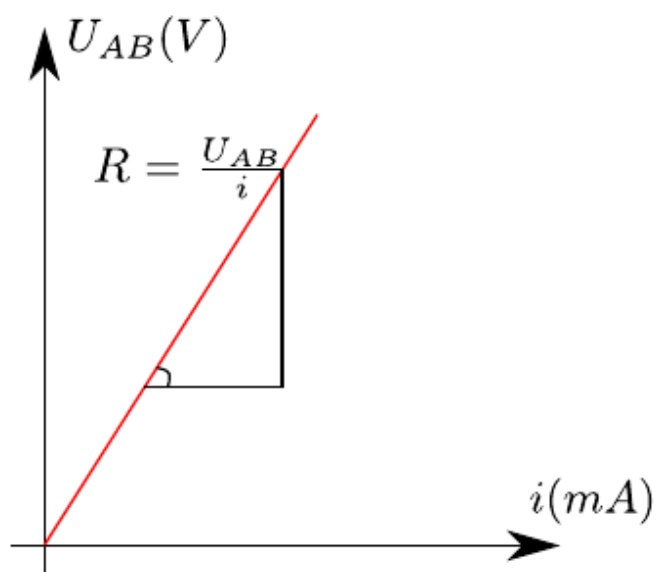


Fig. 3: Representação gráfica da diferença de potencial versus a corrente. A resistência é obtida como o coeficiente angular da reta.