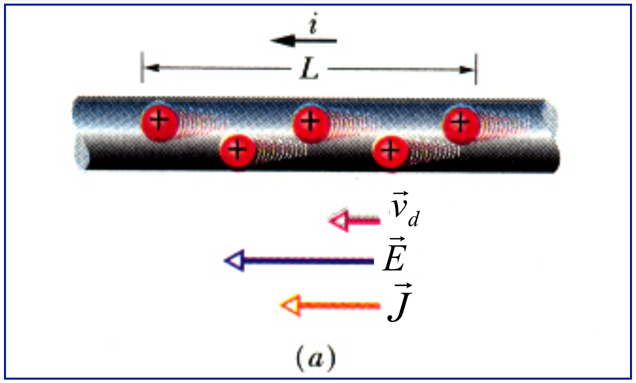
F-328 – Física Geral III

Aula Exploratória – Cap. 26 - 27

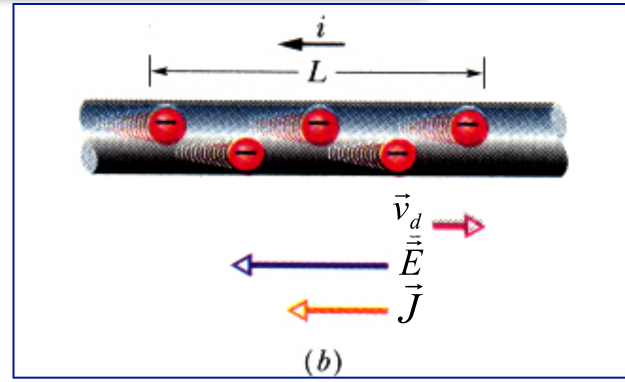
UNICAMP – IFGW

F328 – 1S2014

Densidade de corrente



(a)



(b)

$$i = \int \vec{J} \cdot \hat{n} dA$$

Se a densidade $\vec{J}$ for uniforme através da superfície e paralela a $d\vec{A}$, teremos:

$$i = \int J dA = J \int dA$$

$$J = \frac{i}{A} \; (\mathrm{A/m^2})$$

Velocidade de deriva: v_d

$$v_d = \frac{J}{ne}$$

ou, na forma vetorial:

$\vec{J} = n e \vec{v}_d$,

onde:

n = número de portadores por unidade de volume

e = carga elementar

Resistência e resistividade

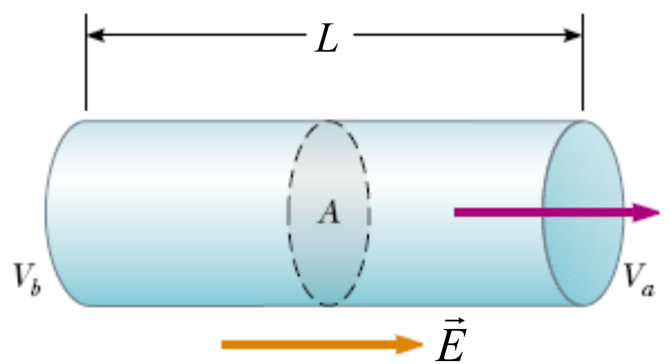
Do ponto de vista da física microscópica é conveniente utilizar o campo elétrico $\vec{E}$ e a densidade de corrente $\vec{J}$ no lugar da diferença de potencial V e da corrente elétrica i. Daí, o equivalente microscópico da resistência R é a resistividade ρ, definida por:

$$\vec{E} = \rho \vec{J} \quad \text{ou} \quad \rho = \frac{E}{J} \quad \left(\frac{\text{V/m}}{\text{A/m}^2} = \Omega.\text{m} \right)$$

Algumas vezes é conveniente usar a condutividade σ, definida por:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad \left(\frac{1}{\Omega.\text{m}} \right)$$

Calculando R em função de ρ :



$E = \dfrac{V_b - V_a}{L}$ e $J = \dfrac{i}{A}$. Substituindo em $\rho = \dfrac{E}{J}$, tem-se: $R = \rho \dfrac{L}{A}$

Lei de Ohm

A lei de Ohm estabelece que *a corrente* através de um "dispositivo" em função da *diferença de potencial* é *linear*, ou seja, *R independe do valor e da polaridade de V* (Fig. a). Quando isto acontece diz-se que o "dispositivo" é um *condutor ôhmico*. Caso contrário, o condutor não segue a lei de Ohm (Fig. b).

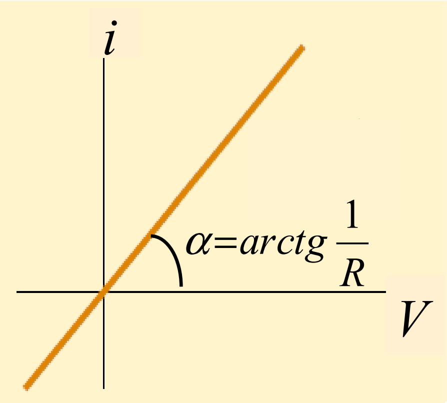
Pela definição de resistência:

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

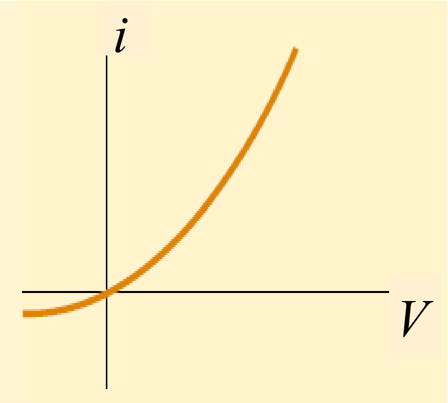
A lei de Ohm implica que

$$R \neq R(V)$$

e que o gráfico $i \times V$ é linear.



condutor ôhmico
Fig. a



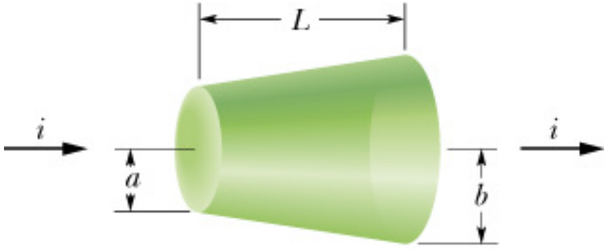
condutor não-ôhmico
Fig. b

Exercício 01

Uma corrente elétrica atravessa um resistor que tem a forma de um tronco de cone circular reto, de raio menor *a*, raio maior *b* e comprimento *L*. A densidade de corrente é considerada uniforme através de qualquer seção transversal perpendicular ao eixo do objeto.

a) calcule a resistência desse sistema;

b) mostre que o resultado de a) se reduz a $\rho L/A$ no caso em que $a = b$.



a) $R = \dfrac{\rho L}{\pi a b}$

b) $R = \dfrac{\rho L}{\pi a^2}$

Exercício 02

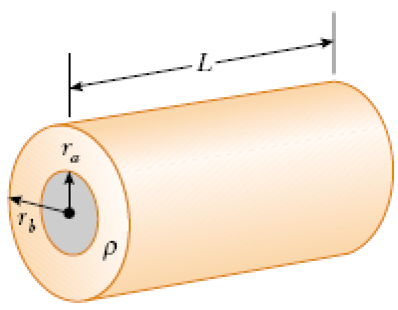
Um cilindro oco de raio interno r_a , raio externo r_b e comprimento L é feito de um material de resistividade ρ. Uma diferença de potencial V aplicada nos extremos do cilindro produz uma corrente paralela a seu eixo.

a) ache a resistência do cilindro em termos de L, ρ, r_a e r_b ;

b) calcule a densidade de corrente no cilindro quando V é aplicada;

c) calcule o campo elétrico no interior do cilindro;

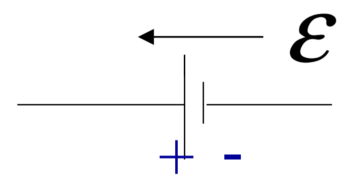
d) suponha agora que a *ddp* é aplicada entre as superfícies interna e externa, de modo que a corrente flui radialmente para fora. Calcule a nova resistência do cilindro.



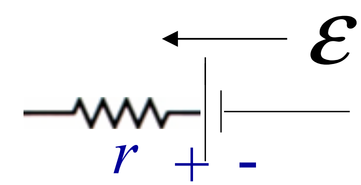
d) $R = \dfrac{\rho}{2\pi L} ln \dfrac{r_b}{r_a}$

Resumo - Capítulo 27

- Fonte
  - Mante uma diferença de potencial



Ideal



Real

- Associação de resistores
  - Em série

$$R_{eq} = \sum_i R_i$$

  - Em paralelo

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$

- Leis de Kirchhoff
  - Lei dos nós

$$\sum i = 0$$

  - Lei das malhas

$$\sum \Delta V = 0$$

- Circuitos *RC*
  - Carga

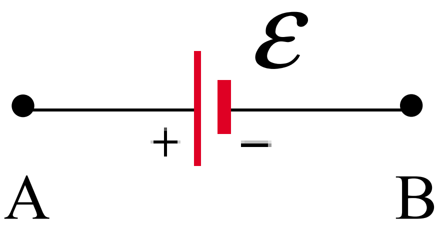
$$q(t) = C\mathcal{E}(1 - e^{-t/RC})$$

  - Descarga

$$q(t) = Qe^{-t/RC}$$

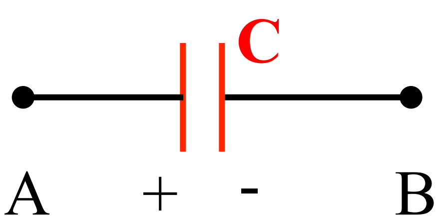
Lei das malhas - convenção

Fonte



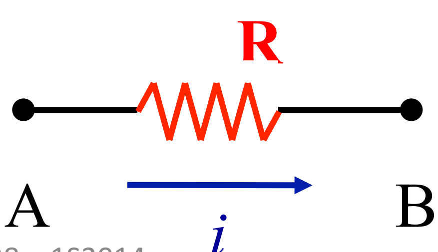
- de A a B: DV = -e (perda)
- de B a A: DV = +e (ganho)

Capacitor



- de A a B: DV = $-q/C$ (perda)
- de B a A: DV = $+q/C$ (ganho)

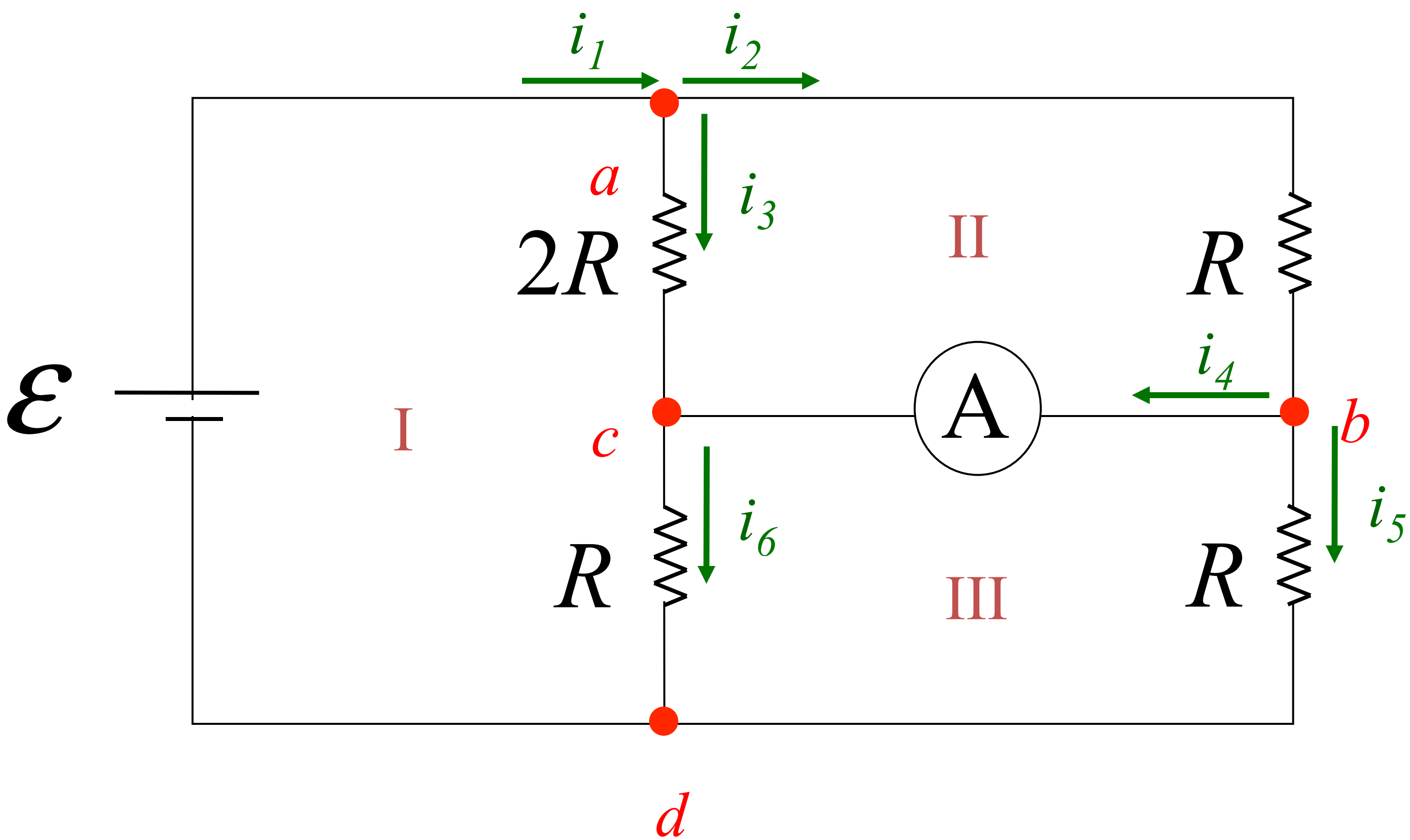
Resistor



- de A a B: DV = $-Ri$ (perda)
- de B a A: DV = $+Ri$ (ganho)

Exercício 03

Qual a corrente em termos de ε e R, indicada pelo amperímetro A da figura? Suponha que seja nula a resistência do amperímetro e que a fonte seja ideal.



Exercício 04

No circuito abaixo a bateria de *fem* é ideal, e o capacitor encontra-se inicialmente descarregado. Após ligar a chave S, em $t = 0$ s, calcule:

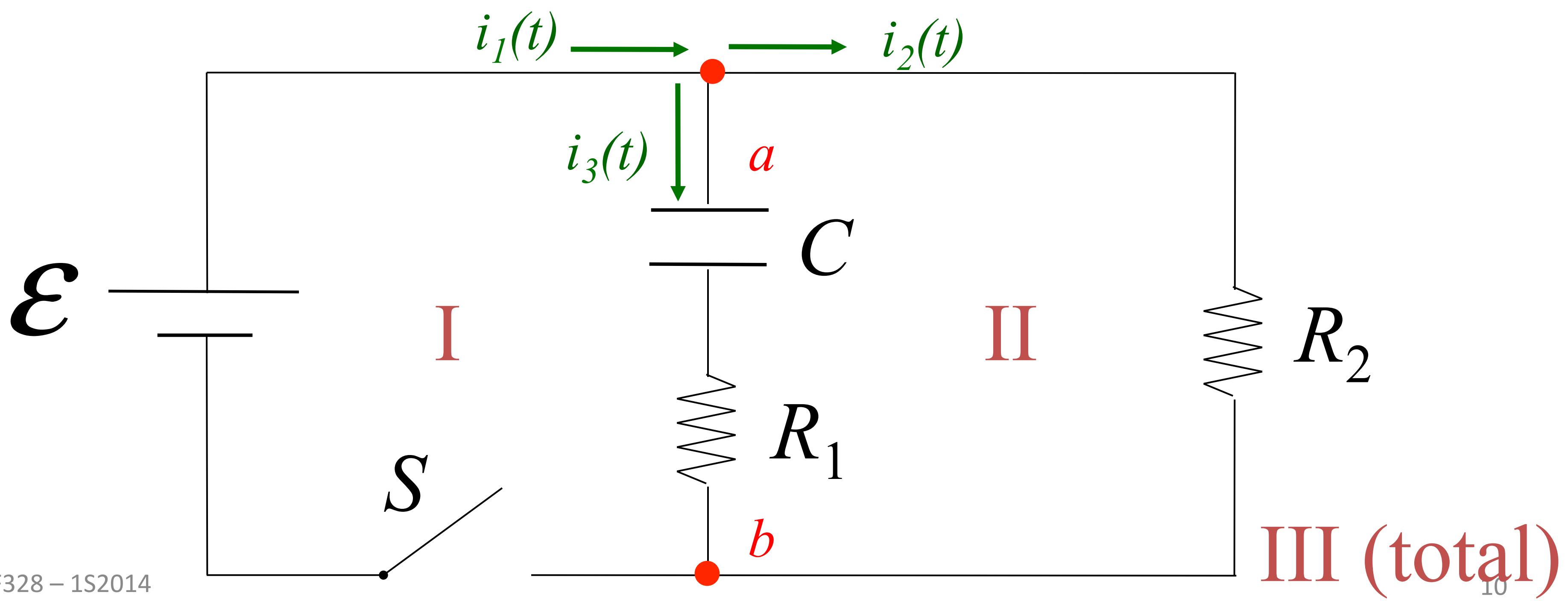
a) a corrente que passa pela chave S, imediatamente após a ligação;

b) a corrente que passa pelo resistor R_2 em função do tempo;

c) a carga do capacitor C em função do tempo;

d) a corrente através de R_1 em função do tempo;

e) a corrente que passa pela chave S em função do tempo.



Exercício 05

Um capacitor, inicialmente descarregado, foi totalmente carregado por uma fonte de *fem* constante, ligada em série com um resistor R.

a) mostre que a energia final armazenada no capacitor é igual à metade da energia fornecida pela fonte;

b) por integração direta de Ri^2 no tempo de carga, mostre que a energia térmica dissipada no resistor é também metade da energia fornecida pela fonte.

c) há uma maneira alternativa de resolver o item b)?