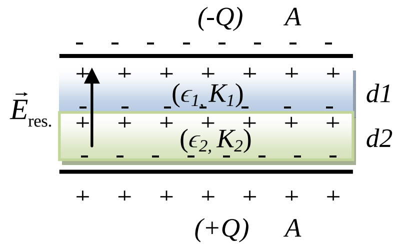
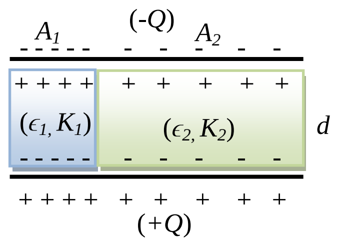
Eletricidade e Magnetismo II – Licenciatura: *7ª Aula* (20/08/2012)

Prof. Alvaro Vannucci

Na última aula vimos:





- Capacitor de placas paralelas

  Capacitores em série: $\dfrac{1}{C_{eq}} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2}$

  Capacitores em paralelo: $C_{eq} = \dfrac{\epsilon_1 A_1}{d} + \dfrac{\epsilon_2 A_2}{d} = C_1 + C_2$

- Carga em movimento em campo magnético:

$$F_M = q\vec{v} \times \vec{B}$$

  Supondo campo magnético uniforme e constante, e $\vec{v} = \vec{v}_{\parallel} + \vec{v}_{\perp} \Rightarrow$ movimento resultante corresponde a uma hélice.

- Raio de giro $r = \dfrac{mv}{qB}$

- Corrente elétrica $I = \dfrac{dq}{dt}$ (unidade: C/s ≡ ampère, símbolo: A).

- Podemos também expressar a corrente elétrica através do cálculo de fluxo da grandeza vetorial $\vec{J} \equiv$ quantidade de carga por unidade de tempo por unidade de área.

$$\boxed{I = \int \vec{J} \cdot \hat{n}\, dA}$$ (cálculo de fluxo da densidade de corrente)

- Macroscopicamente, uma ddp (V) aplicada nas extremidades de um condutor faz surgir uma corrente I, de forma que:

$$\boxed{V = RI}$$

$R \equiv$ resistência elétrica (unidade: ohm, símbolo Ω) que depende do tipo (material) do condutor e de suas dimensões;

comprimento do condutor

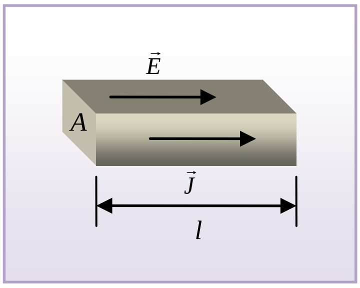
$$R = \frac{\rho L}{A} \qquad\qquad \rho = \frac{1}{\sigma}$$

condutividade elétrica

resistividade elétrica

Área da secção transversal do condutor

Exemplo: Considere uma barra de comprimento l, área A, e condutividade σ. Se uma ddp V é aplicada nas extremidades, cria-se um campo $E_{interno}$ e, portanto, surge uma corrente elétrica com densidade J:



- De forma que:

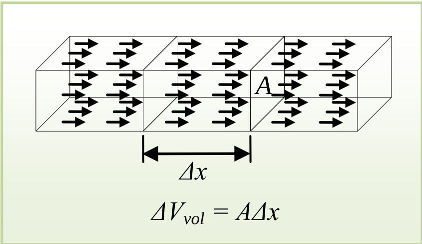
$$\begin{cases} V = -\int \vec{E}\cdot d\vec{l} = (E)(l) \\ I = \int \vec{J}\cdot \hat{n}\, dA = \int J\, dA = J\,A \end{cases}$$

- Assim: $V = R\,I, \rightarrow\ El = \left(\dfrac{l}{\sigma A}\right)(JA) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\vec{J} = \sigma \vec{E}}$ "Lei de Ohm microscópica"

(o σ pode não ser constante!)

- Supor agora que esta barra encontra-se em uma região de campo B uniforme, perpendicular a ela. O que ocorre com os portadores de carga que se movem ao longo da barra?

- Supondo que há na barra, em média, n portadores de carga por unidade de volume, $n = N/V_{vol} \equiv$ densidade volumétrica de portadores de carga):



- Pergunta: quantas cargas, com velocidade média v atravessam a área A em um tempo Δt? Resposta: todas as localizadas no volume $V_{vol} = A\Delta x$; sendo que $\Delta x = v\,\Delta t$.

- Como ΔQ = carga total em um $V_{vol} \rightarrow \Delta Q = \underbrace{(nq)}_{\text{densidade volumétrica de carga } (\rho)} (\Delta V_{vol})$

- E como

$$\frac{I}{A} = \overset{(\rightarrow)}{J} = \frac{nq\,\cancelto{\Delta x}{\Delta V_{vol}}}{\cancel{A}\cdot \Delta t} = nq\frac{\Delta x}{\Delta t} = nq\,\overset{(\rightarrow)}{v} \qquad (1)$$

~ cm/s

- Definindo $\vec{f} = \dfrac{\Delta \vec{F}_{\text{no fio}}}{\Delta V_{vol}}$ ≡ força que age no fio por unidade de volume (ou "densidade volumétrica de força")

- Então

$$\vec{f} = \frac{1}{\Delta V_{vol}} Q_{\substack{\text{total}\\ \text{na barra}}} \vec{v}_m \times \vec{B} = \underbrace{\frac{1}{\Delta V_{vol}} N}_{\equiv n} q\vec{v}_m \times \vec{B} = \underbrace{nq\vec{v}_m}_{\substack{=\vec{J}\\ \text{(de (1))}}} \times \vec{B}$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{f} = \vec{J} \times \vec{B}}$$

- Desejando-se calcular a força em um trecho infinitesimal *dl* do fio:

$$d\vec{F} = \vec{f}\, dV_{vol} = \left(\vec{J} \times \vec{B}\right)\left(A\, dl\right) = \left(AJ\right)\left(d\vec{l} \times \vec{B}\right)$$

$$\therefore \boxed{d\vec{F} = I\, d\vec{l} \times \vec{B}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\vec{F} = \int d\vec{F} = I \int_a^b d\vec{l} \times \vec{B}}$$