

Eletricidade e magnetismo – Parte 2

Fundamentos de física para gestão
ambiental – 2016

Conteúdo - Halliday 8ª ed. Cap.22

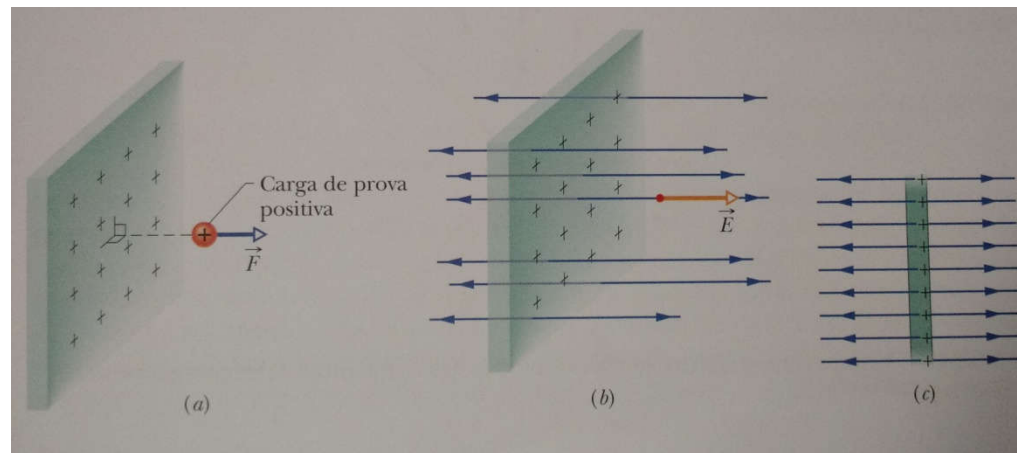
- Campo elétrico
- Linhas de campo
- Campo elétrico produzido por uma carga pontual
- Campo elétrico produzido por um dipolo elétrico
- Campo elétrico produzido por linhas de carga
- Campo elétrico produzido por um disco carregado
- Carga pontual em um campo elétrico
- Dipolo em um campo elétrico

Campo elétrico

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

Linhas de campo

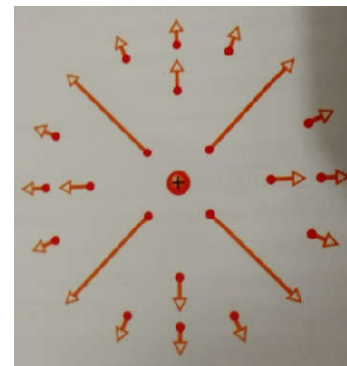
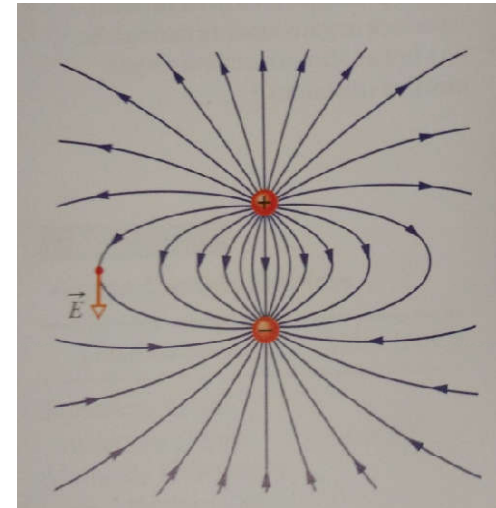
As linhas de campo elétrico se afastam das cargas positivas (onde começam) e se aproximam das cargas negativas (onde terminam)



Campo elétrico produzido por uma carga pontual

$$\vec{F}^+ = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot q_0}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{E}^+ = \frac{\vec{F}^+}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$$



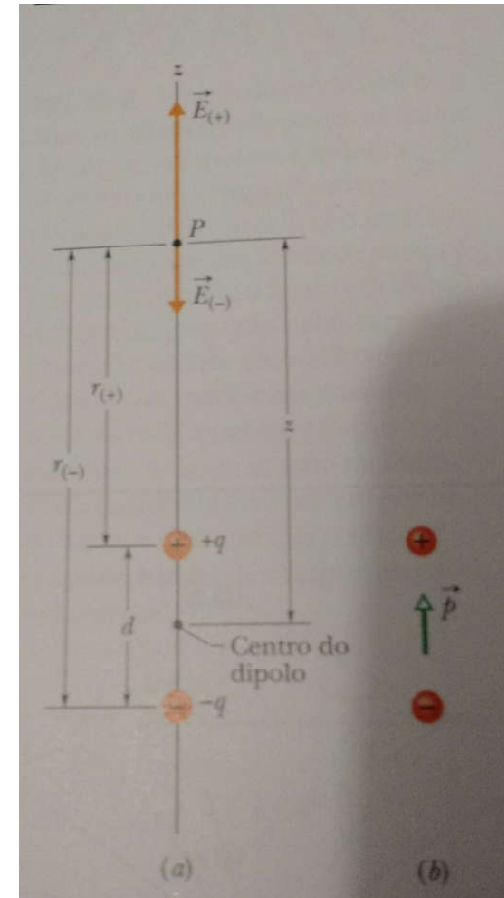
Campo elétrico produzido por um dipolo elétrico

$$\vec{E} = E_+ - E_-$$

$$\vec{E} \downarrow = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r_{(+)}^2} \right) - \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r_{(-)}^2} \right)$$

$$\vec{E} \downarrow = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{\left(z - \frac{1}{2}d\right)^2} \right) - \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{\left(z + \frac{1}{2}d\right)^2} \right)$$

$$\vec{E} \downarrow = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 z^2} \left(\frac{1}{\left(z - \frac{1}{2}d\right)^2} \right) - \left(\frac{1}{\left(z + \frac{1}{2}d\right)^2} \right)$$



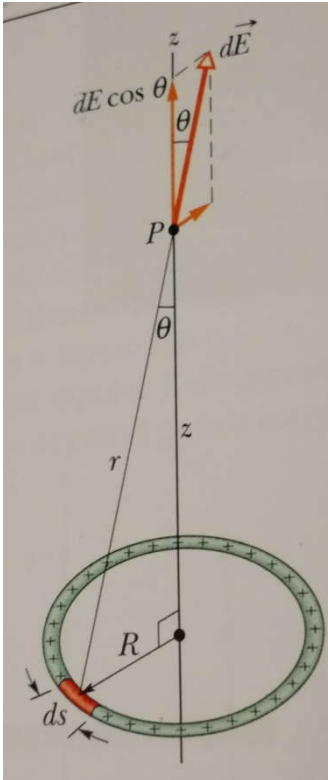
$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 z^2} \left(\frac{2d/z}{\left(1 - \left(\frac{d}{2z}\right)^2\right)^2} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 z^3} \left(\frac{d}{\left(1 - \left(\frac{d}{2z}\right)^2\right)^2} \right)$$

$$\vec{E} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{qd}{z^3}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{p}{z^3}$$

Campo elétrico produzido por linhas de carga

$$dq = \lambda ds$$



$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{dq}{r^2} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\lambda ds}{r^2} \right)$$

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\lambda ds}{z^2 + R^2} \right)$$

$$\cos\theta = \frac{z}{r} = \frac{z}{(z^2 + R^2)^{1/2}}$$

$$dE \cos\theta = \frac{z\lambda}{4\pi\epsilon_0 (z^2 + R^2)^{3/2}} ds$$

$$E = \int dE \cos\theta = \frac{z\lambda}{4\pi\epsilon_0 (z^2 + R^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi R} ds = \frac{z\lambda(2\pi R)}{4\pi\epsilon_0 (z^2 + R^2)^{3/2}}$$

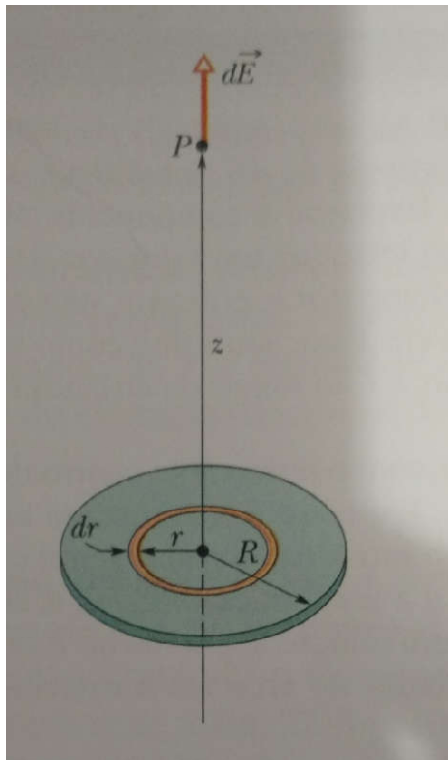
$$E = \frac{z\lambda(2\pi R)}{4\pi\epsilon_0 (z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$E = \frac{qz}{4\pi\epsilon_0 (z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{z^2}$$

Anel carregado a grandes distâncias

Campo elétrico produzido por um disco carregado



$$dq = \sigma dA = \sigma (2\pi r dr),$$

$$dE = \frac{z\sigma 2\pi r dr}{4\pi\epsilon_0(z^2 + r^2)^{3/2}}$$

$$dE = \frac{\sigma z}{4\epsilon_0} \frac{2r dr}{(z^2 + r^2)^{3/2}}.$$

$$dE = \frac{z\sigma 2\pi r dr}{4\pi\epsilon_0(z^2 + r^2)^{3/2}}$$

$$dE = \frac{\sigma z}{4\epsilon_0} \frac{2r dr}{(z^2 + r^2)^{3/2}}$$

$$E = \int dE = \frac{\sigma z}{4\epsilon_0} \int_0^R (z^2 + r^2)^{-3/2} (2r) dr.$$

$$\int X^m dX = \frac{X^{m+1}}{m+1}$$

$$E = \frac{\sigma z}{4\epsilon_0} \left[\frac{(z^2 + r^2)^{-1/2}}{-\frac{1}{2}} \right]_0^R.$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \right) \quad (\text{disco carregado})$$

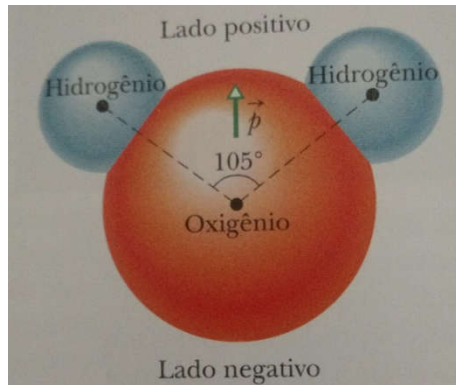
$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad (\text{placa infinita}).$$

Carga pontual em um campo elétrico

$$\vec{F} = q \vec{E}$$

A força eletrostática que age sobre uma partícula carregada submetida a um campo elétrico tem o mesmo sentido do campo se a carga da partícula for positiva e sentido oposto se esta carga for negativa

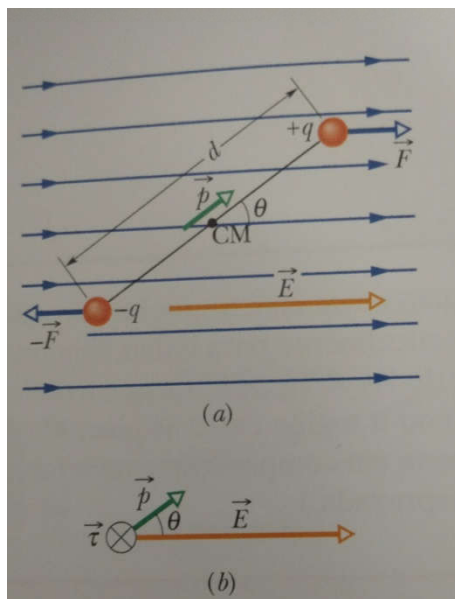
Dipolo em um campo elétrico



$$\tau = Fx \sin \theta + F(d - x) \sin \theta = Fd \sin \theta.$$

$$\tau = pE \sin \theta.$$

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E} \quad (\text{torque de um dipolo}).$$



$$\tau = -pE \sin \theta.$$

Energia potencial de um dipolo

$$U = -W = -\int_{90^\circ}^{\theta} \tau d\theta = \int_{90^\circ}^{\theta} pE \sin\theta d\theta.$$

$$U = -pE \cos\theta.$$

$$U = -\vec{p} \cdot \vec{E} \quad (\text{energia potencial de um dipolo}).$$

$$W = -\Delta U = -(U_f - U_i),$$

$$W_a = -W = (U_f - U_i).$$