Eletromagnetismo

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{j} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Aula de 24 de maio

Eletrostática

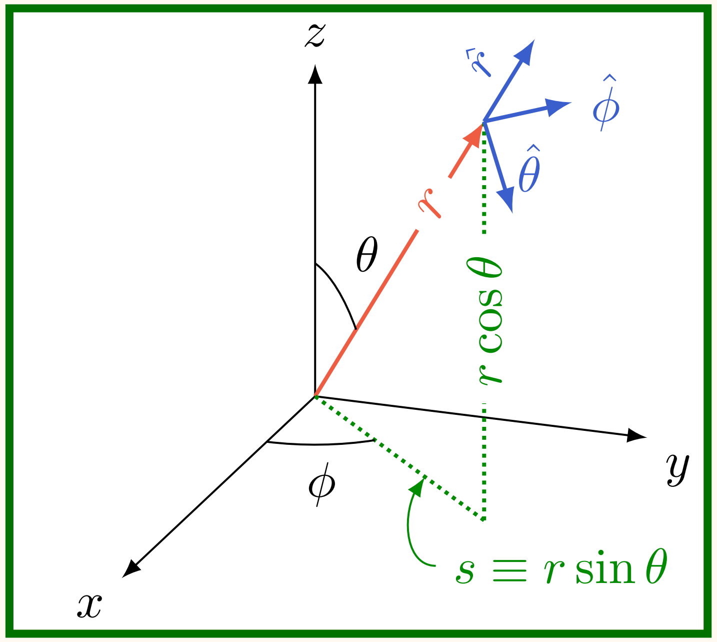
Resumo semana de 17 de maio

Grupos sorteados para entregar o resumo:

6, 9 e 12

Coordenadas esféricas

$$\mathrm{d}\vec{\ell} = \mathrm{d}r\,\hat{r} + r\,\mathrm{d}\theta\,\hat{\theta} + r\sin\theta\,\mathrm{d}\phi\,\hat{\phi}$$



$$\vec{\nabla} t = \frac{\partial t}{\partial r}\hat{r} + \frac{1}{r}\frac{\partial t}{\partial \theta}\hat{\theta} + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial t}{\partial \phi}\hat{\phi}$$

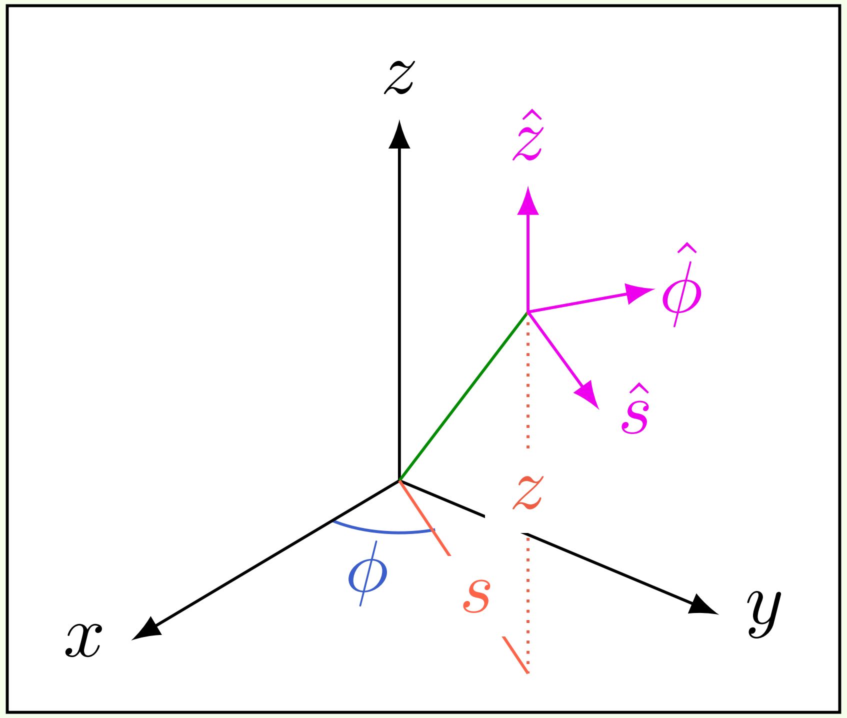
$$\vec{\nabla}\cdot\vec{v} = \frac{1}{r^2}\frac{\partial(r^2 v_r)}{\partial r} + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial(\sin\theta v_\theta)}{\partial\theta} + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial v_\phi}{\partial\phi}$$

$$\vec{\nabla}\times\vec{v} = \frac{1}{r\sin\theta}\left[\frac{\partial}{\partial\theta}\left(\sin\theta v_\phi\right) - \frac{\partial v_\theta}{\partial\phi}\right]\hat{r}$$
$$+ \frac{1}{r}\left[\frac{1}{\sin\theta}\frac{\partial v_r}{\partial\phi} - \frac{\partial}{\partial r}\left(r v_\phi\right)\right]\hat{\theta} + \frac{1}{r}\left[\frac{\partial}{\partial r}\left(r\, v_\theta\right) - \frac{\partial v_r}{\partial\theta}\right]\hat{\phi}$$

$$\nabla^2 t = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial t}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}\left(\sin\theta\,\frac{\partial t}{\partial\theta}\right) + \frac{1}{r^2\sin^2\theta}\frac{\partial^2 t}{\partial\phi^2}$$

Coordenadas cilíndricas

$$d\vec{\ell} = ds\,\hat{s} + s\,d\phi\,\hat{\phi} + dz\,\hat{z}$$



$$\vec{\nabla} T = \frac{\partial T}{\partial s}\hat{s} + \frac{1}{s}\frac{\partial T}{\partial \phi}\hat{\phi} + \frac{\partial T}{\partial z}\hat{z}$$

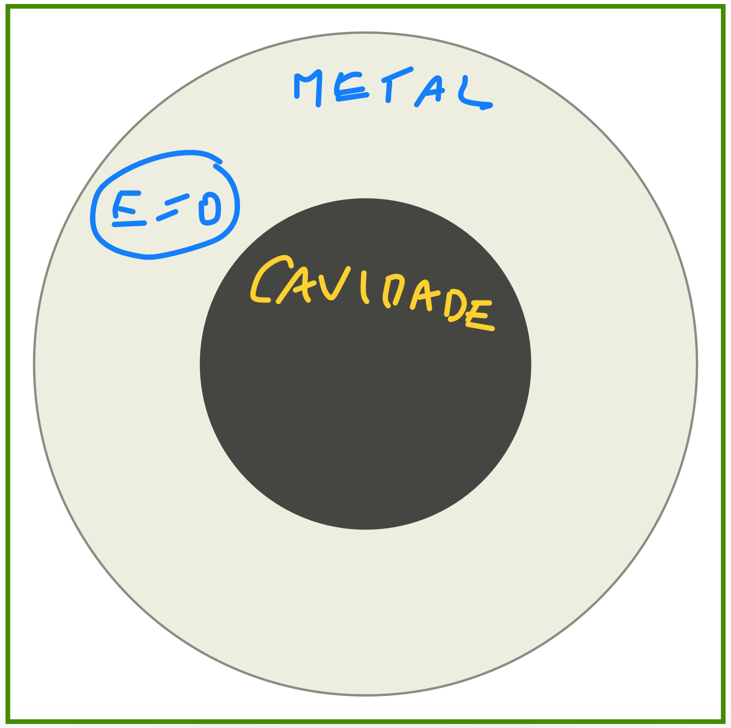
$$\vec{\nabla} \cdot \vec{v} = \frac{1}{s}\frac{\partial (s v_s)}{\partial s} + \frac{1}{s}\frac{\partial v_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial v_z}{\partial z}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{v} = \left(\frac{1}{s}\frac{\partial v_z}{\partial \phi} - \frac{\partial v_\phi}{\partial z}\right)\hat{s} + \left(\frac{\partial v_s}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial s}\right)\hat{\phi} + \frac{1}{s}\left(\frac{\partial (s v_\phi)}{\partial s} - \frac{\partial v_s}{\partial \phi}\right)\hat{z}$$

$$\nabla^2 T = \frac{1}{s}\frac{\partial}{\partial s}\left(s\frac{\partial T}{\partial s}\right) + \frac{1}{s^2}\frac{\partial^2 T}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

Condutores

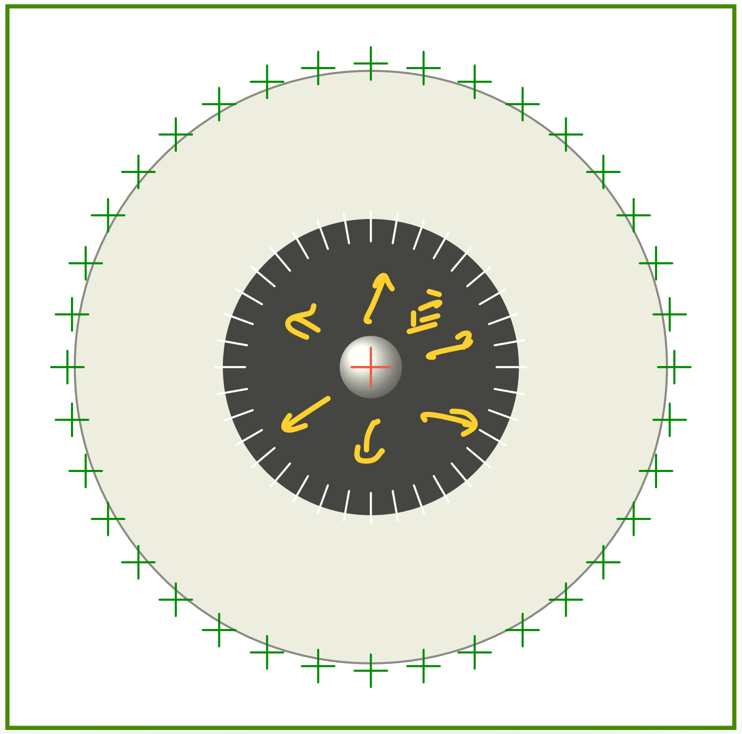
Campo elétrico no interior do material é zero



Condutores

Campo elétrico no interior do material é zero

Mesmo que haja cargas em cavidades

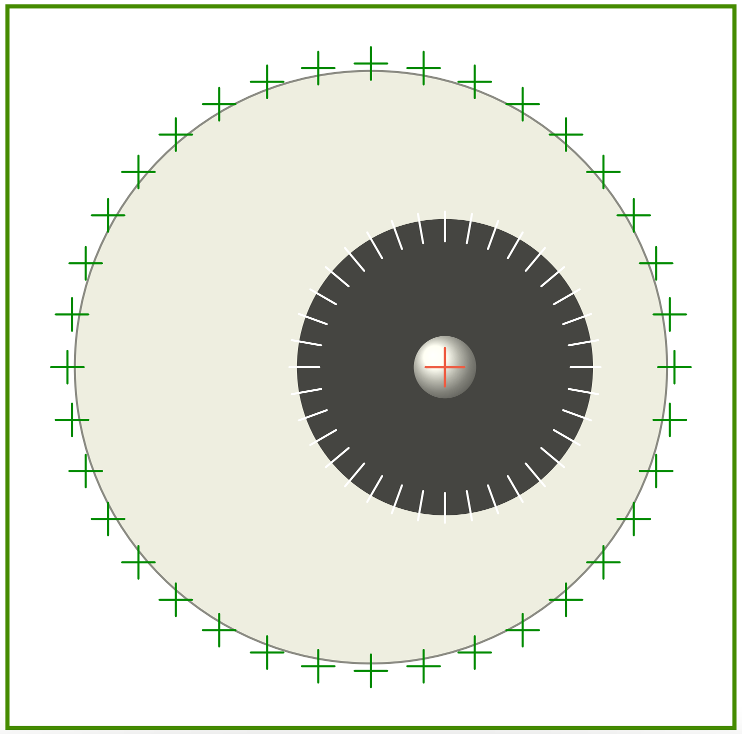


Condutores

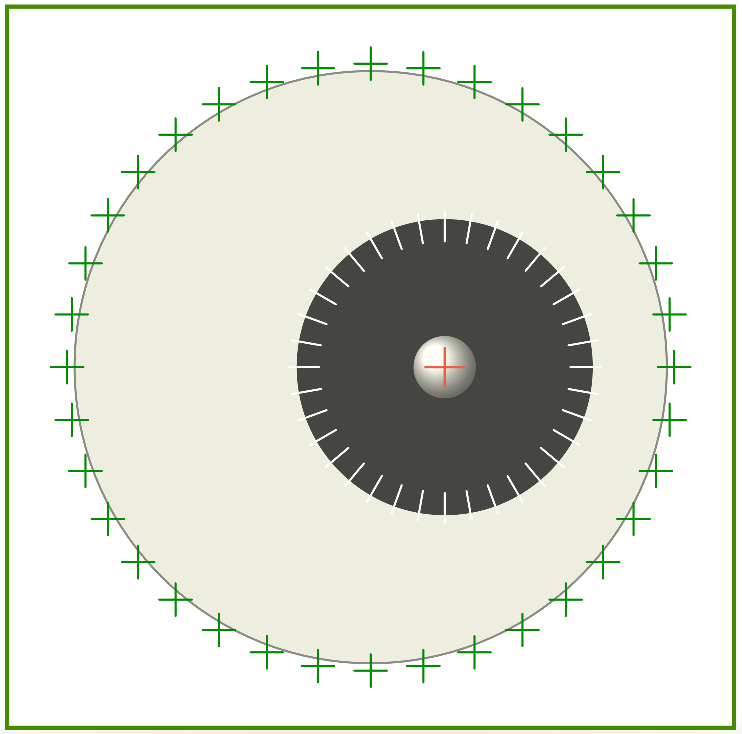
Campo elétrico no interior do material é zero

Mesmo que haja cargas em cavidades

A carga na superfície depende
do que ocorre na cavidade



Condutores



Campo elétrico no interior do material é zero

Mesmo que haja cargas em cavidades

A carga na superfície depende do que ocorre na cavidade

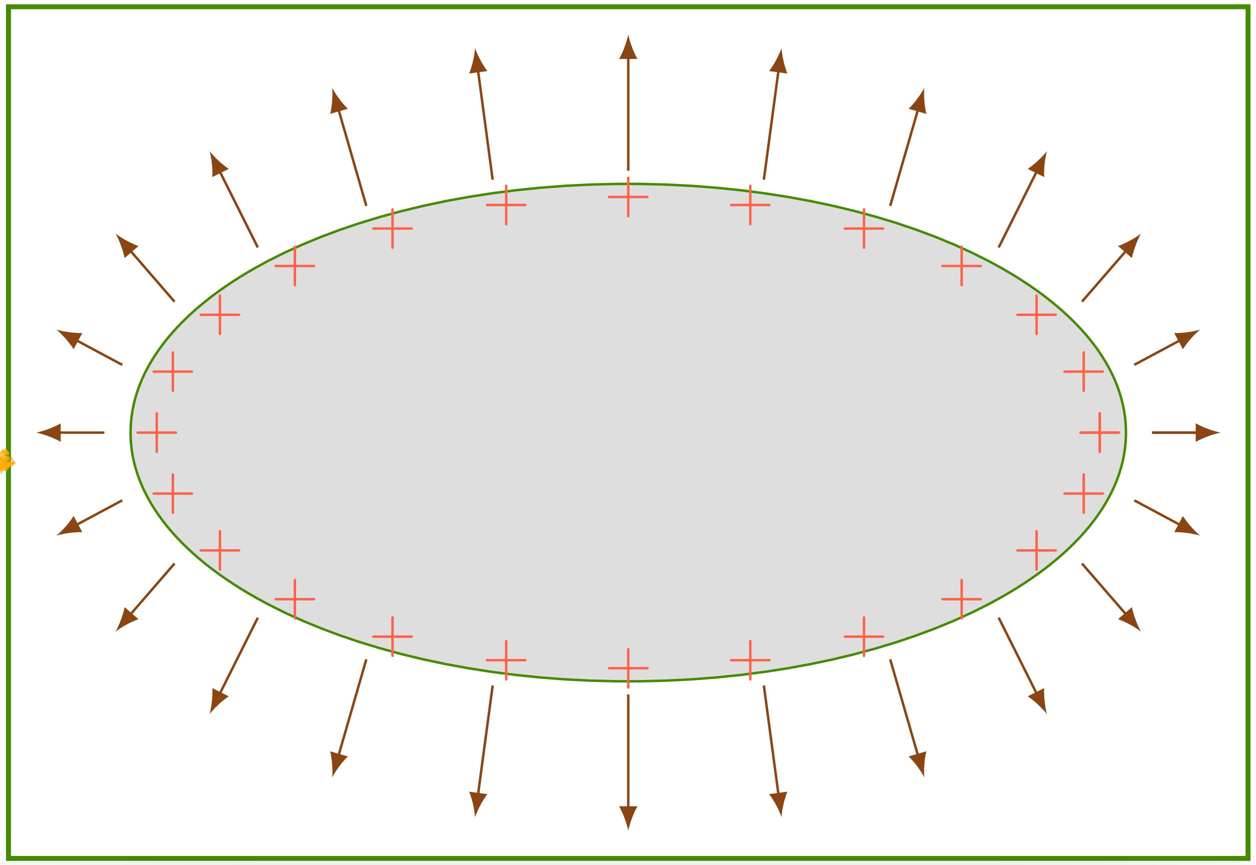
CARGA TOTAL ACUMULADA

A distribuição de carga na superfície independe do que ocorre na cavidade

SUPERFÍCIE EXTERNA NÃO SABE O QUE ACONTECE NA REGIÃO INTERNA

Condutores

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\hat{n}$$



CAMPO É NORMAL
À SUPERFÍCIE
(SE NÃO FOR, HAVERÁ CONDUÇÃO
ATÉ O CAMPO FICAR NORMAL)

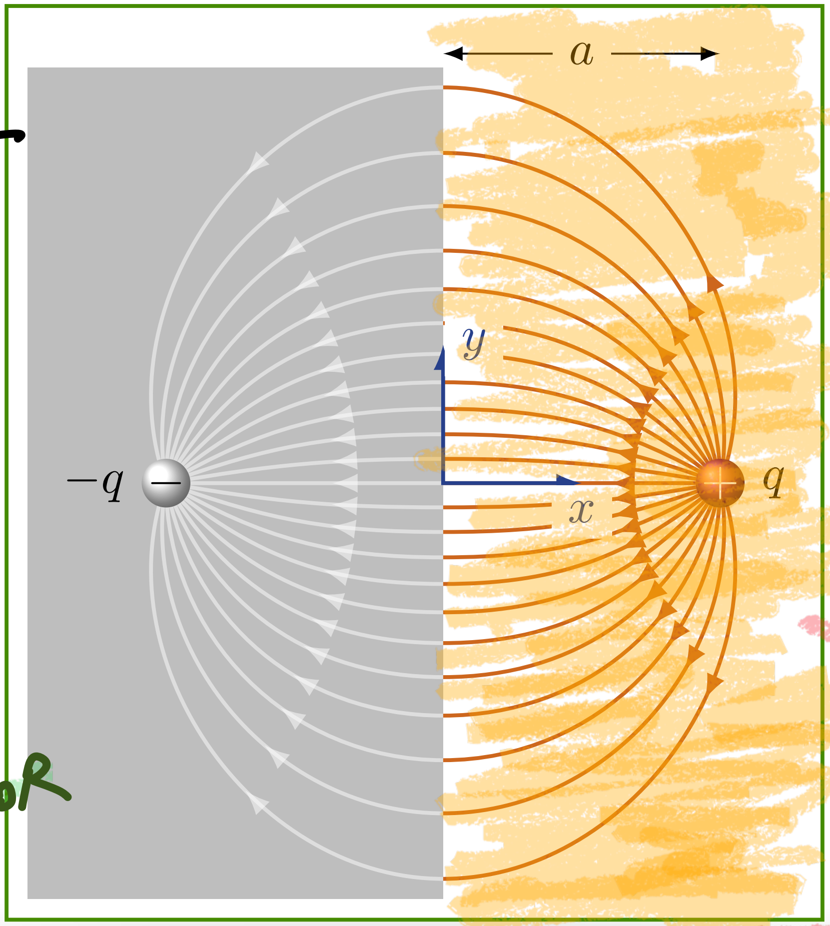
Condutores

Carga imagem

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\hat{n}$$

TUDO SE PASSA, NA REGIÃO EXTERNA, COMO SE HOUVESSE CARGA −Q SIMETRICAMENTE POSICIONADA EM RELAÇÃO A Q.

ATERRADO, PARA QUE CARGAS POSSAM FLUIR PARA CONDUTOR



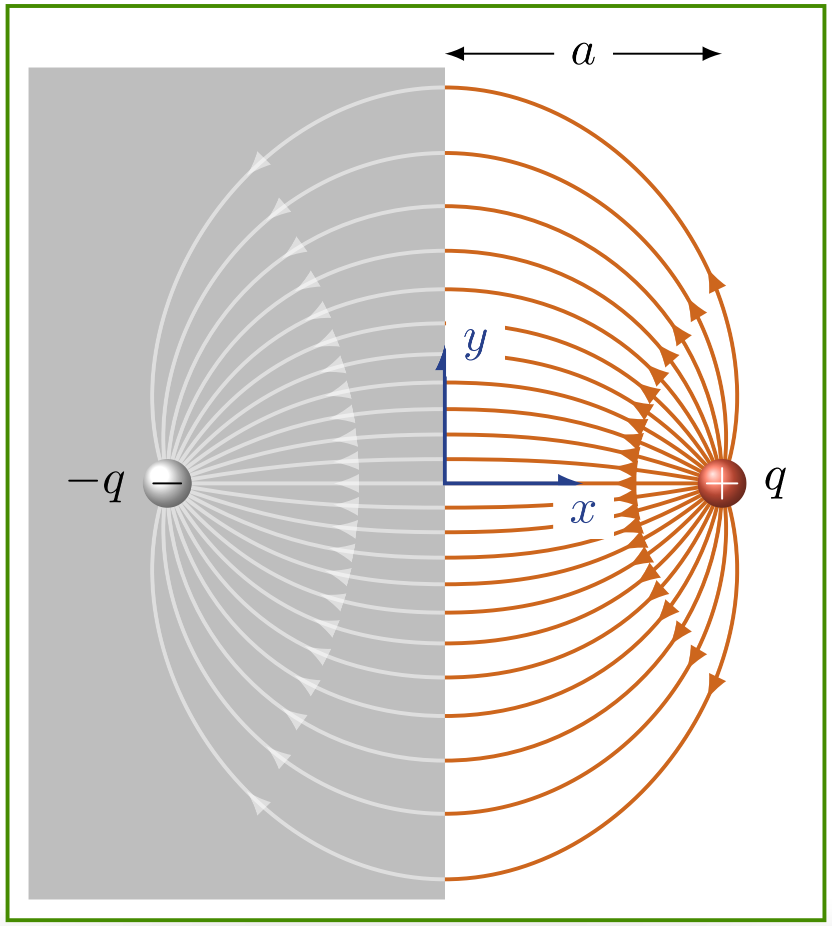
NESTA REGIÃO, NADA ACONTECE. AS LINHAS DE CAMPO MOSTRAM UM ARTIFÍCIO MATEMÁTICO

O QUE OCORRE NESTA REGIÃO É REAL

Condutores

Carga imagem

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\hat{n}$$



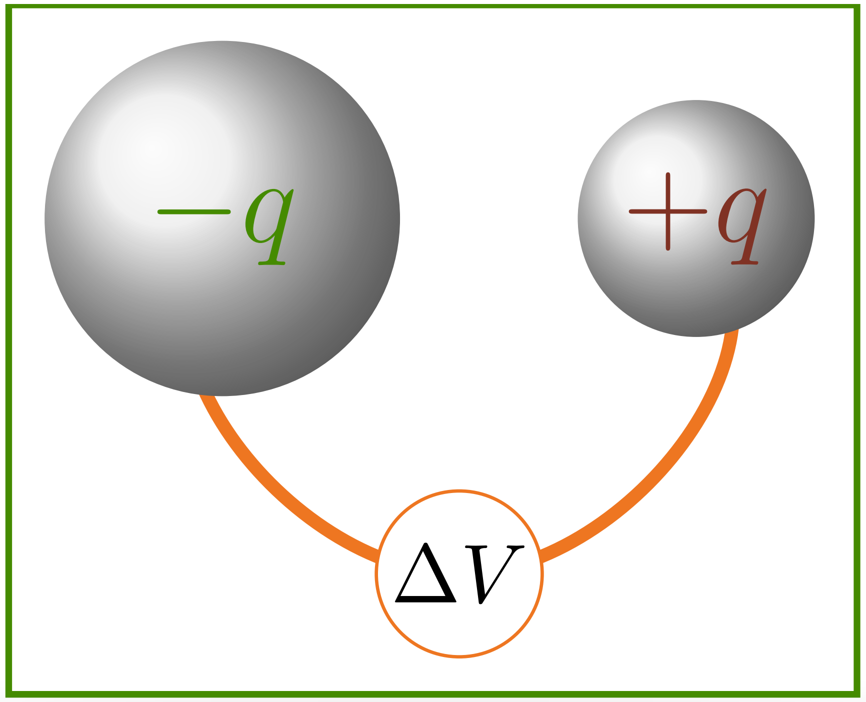
$$E_x(0,y) = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2aq}{(a^2+y^2)^{3/2}}$$

CAMPO É SOMA DE CAMPO DE Q COM CAMPO DE -Q

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q\,(\vec{r}-a\hat{x})}{|\vec{r}-a\hat{x}|^3} - \frac{q\,(\vec{r}+a\hat{x})}{|\vec{r}+a\hat{x}|^3}\right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{-q\,a\hat{x}}{|\vec{r}-a\hat{x}|^3} + \frac{-q\,a\hat{x}}{|\vec{r}+a\hat{x}|^3}\right]$$

Capacitores

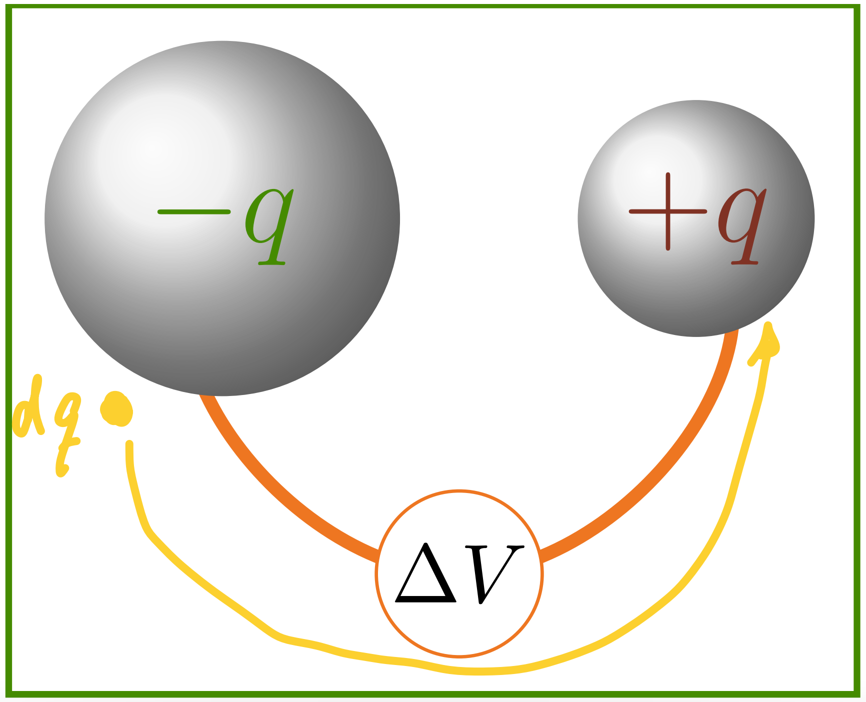
$$C = \frac{q}{\Delta V}$$



$$U[C] = \text{Farad}$$

Capacitores

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$



$dW = \Delta V \, dq$

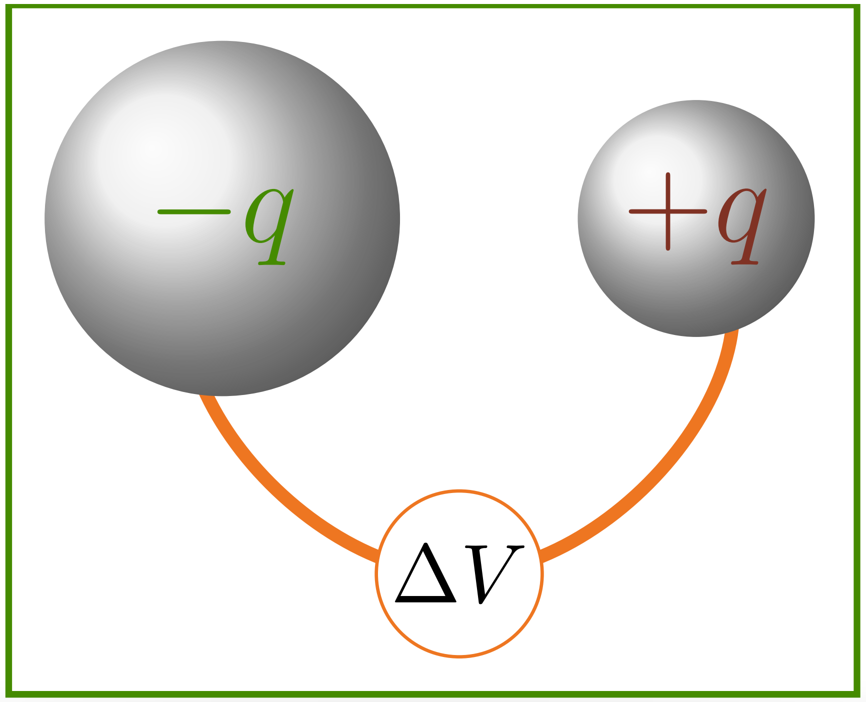
Energia

$$W = \int_0^q V \, dq'$$

CORRESPONDE A ΔV, NA FIGURA. ESCREVE-SE V PARA FACILITAR

Capacitores

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$



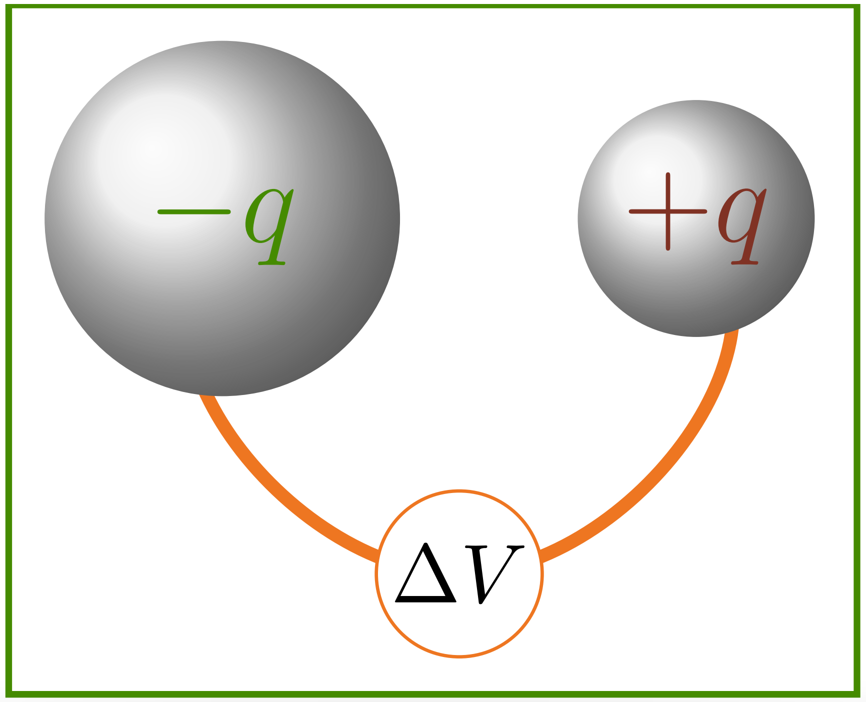
Energia

$$W = \int_0^q V \ \mathrm{d}q'$$

$$W = \int_0^q \frac{q'}{C} \ \mathrm{d}q'$$

Capacitores

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$



Energia

$$W = \int_0^q V \, \mathrm{d}q'$$

$$W = \int_0^q \frac{q'}{C} \, \mathrm{d}q'$$

$$W = \frac{1}{C} \int_0^q q' \, \mathrm{d}q'$$

$$W = \frac{q^2}{2C}$$

Eletromagnetismo

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{j} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Aula de 24 de maio
Métodos especiais

Equação de Poisson

$$\vec{\boldsymbol{\nabla}} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = -\vec{\boldsymbol{\nabla}} V$$

$$\nabla^2 V = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$$

Equação de Laplace

$$\nabla^2 V = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\rho = 0 \qquad \Rightarrow \qquad \nabla^2 V = 0$$

Equação de Laplace

$$\nabla^2 V = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\rho = 0 \qquad \Rightarrow \qquad \boxed{\nabla^2 V = 0}$$

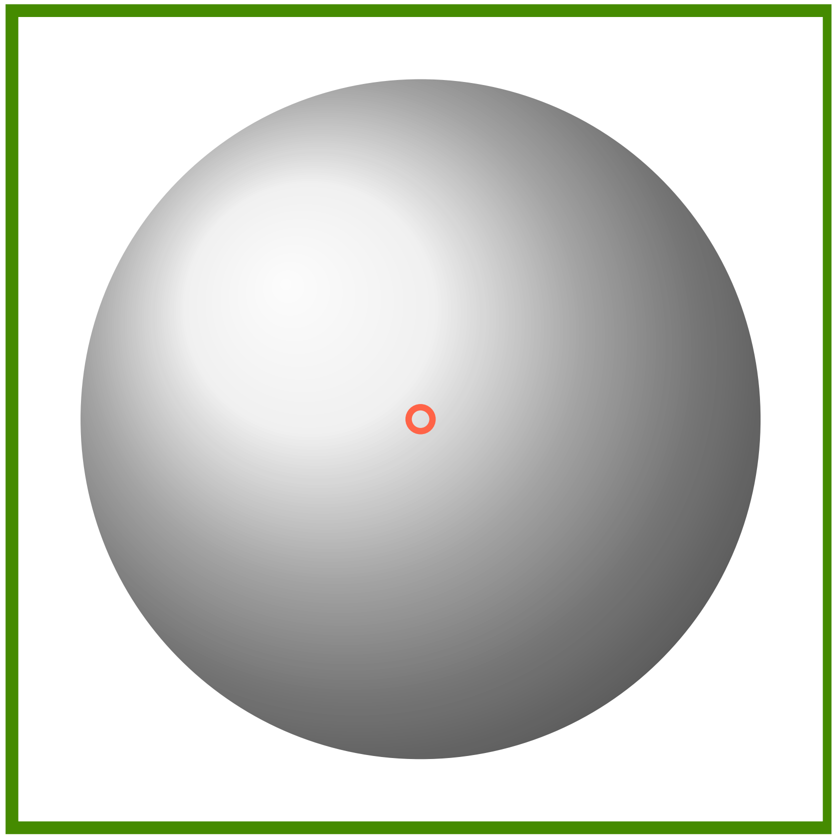
Equação de Laplace

$$\boxed{\nabla^2 V = 0}$$

Propriedades

Equação de Laplace

$$\nabla^2 V = 0$$



Propriedades

1. $\displaystyle\int_A V(\vec{r})\,\mathrm{d}A = \underbrace{4\pi R^2}_{}V(0)$

SUPERFÍCIE DA ESFERA

Equação de Laplace

$$\boxed{\nabla^2 V = 0}$$

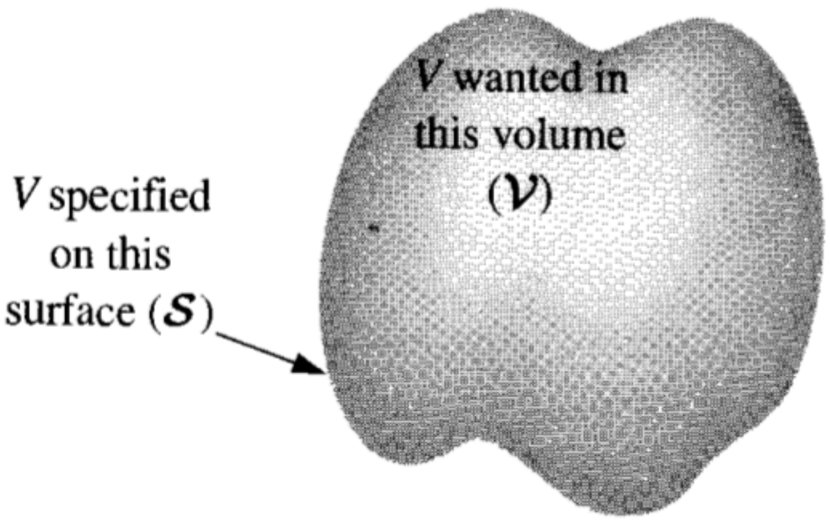


Figure 3.5

Propriedades

1. $\displaystyle\int_A V(\vec{r})\, \mathrm{d}A = 4\pi R^2 V(0)$

2. Condição de contorno: V na superfície

JUNTO COM
EQUAÇÃO $\nabla^2 V = 0$,
DETERMINA
SOLUÇÃO
EM TODO
O VOLUME
INTERNO

Equação de Laplace

$$\boxed{\nabla^2 V = 0}$$

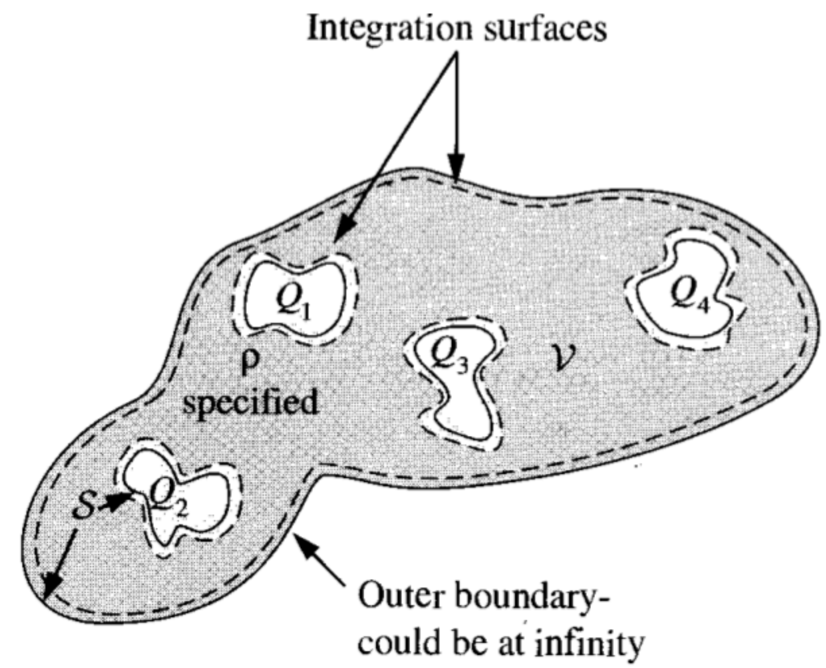


Figure 3.6

Propriedades

1. $$\int_A V(\vec{r})\,\mathrm{d}A = 4\pi R^2 V(0)$$

2. Condição de contorno: V na superfície

3. Condição de contorno para condutores:
   Q em cada condutor

CONHECIDAS AS CARGAS NOS CONDUTORES, EQUAÇÃO DIFERENCIAL DETERMINA SOLUÇÃO