ACH4015 - Eletricidade e Magnetismo

Aula 4: Lei de Gauss.

2017

Profa. Dra. Patricia Targon Campana

Grupo de Biomateriais e Espectroscopia

tumblr. http://sciencenebula.tumblr.com/

https://pt-br.facebook.com/Campana.PT

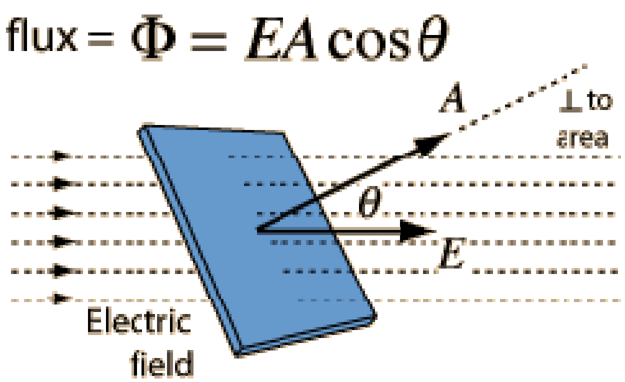
@profaPCampana

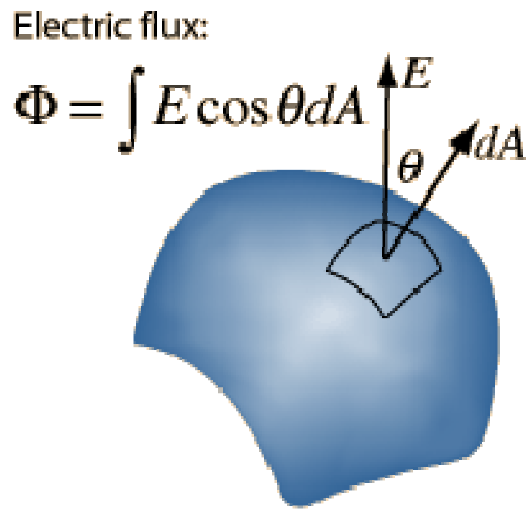
Conteúdo - Halliday 8ª ed. Cap.23

- Fluxo elétrico
- Lei de Gauss
- Lei de Gauss na forma integral
- Lei de Gauss e Lei de Coulomb
- Aplicações da Lei de Gauss:
  - Simetria cilíndrica
  - Simetria planar
  - Simetria esférica

Fluxo elétrico

O conceito de fluxo elétrico está diretamente associado à Lei de Gauss



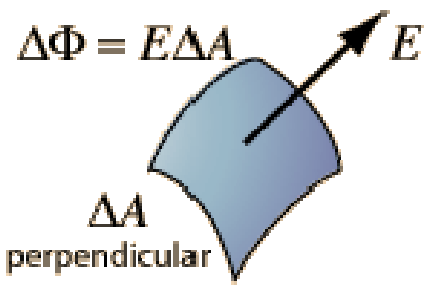


http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electric/gaulaw.html#c3

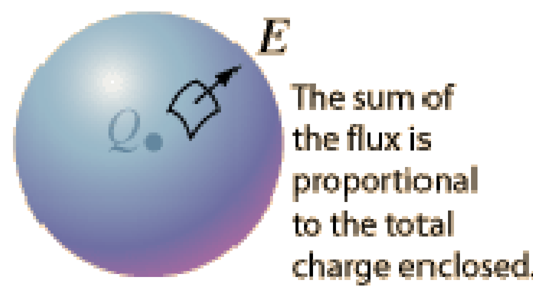
Lei de Gauss

A Lei de Gauss permite o cálculo do campo elétrico em várias situações práticas devido à simetria da superfície Gaussiana que envolve a distribuição de cargas e o fluxo elétrico nesta superfície

O fluxo elétrico total saindo de uma superfície fechada é proporcional à carga que está encerrada pela superfície.



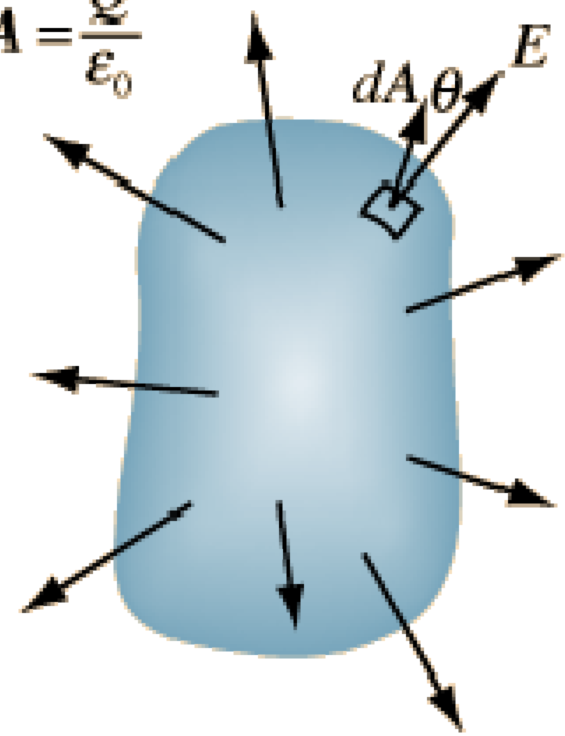
$$\Phi_{electric} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$



Lei de Gauss na forma integral

$$\oint \vec{E} \cdot \vec{dA} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

A integral da área do campo elétrico numa superfície fechada é igual à carga encerrada por esta superfície dividida pela permissividade do vácuo.
(essa Lei é uma das equações de Maxwell)



Lei de Gauss e Lei de Coulomb

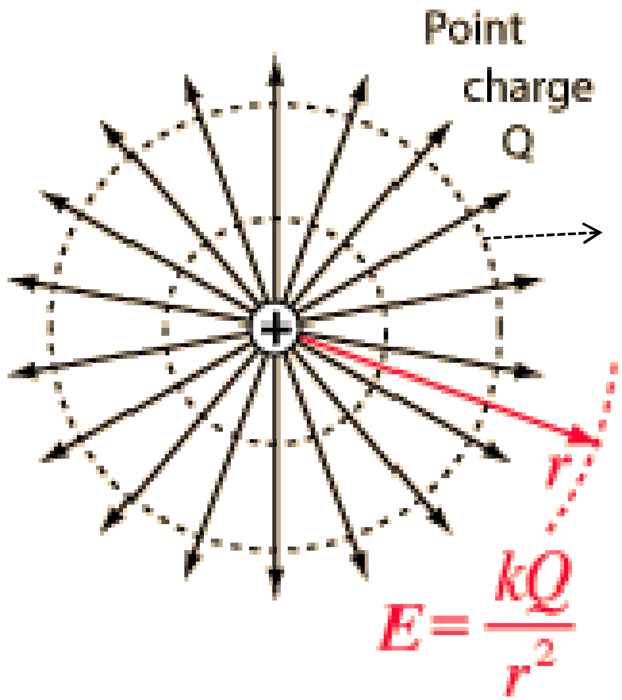
O campo elétrico de uma carga pontual pode ser obtido pela Lei de Coulomb da seguinte forma:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kQ_{\text{fonte}}\, q}{qr^2} = \frac{kQ_{\text{fonte}}}{r^2}$$

Onde *k* vale: $1/4\pi\varepsilon_0$

Pela Lei de Gauss

$$\oint \vec{E} \cdot \vec{dA} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

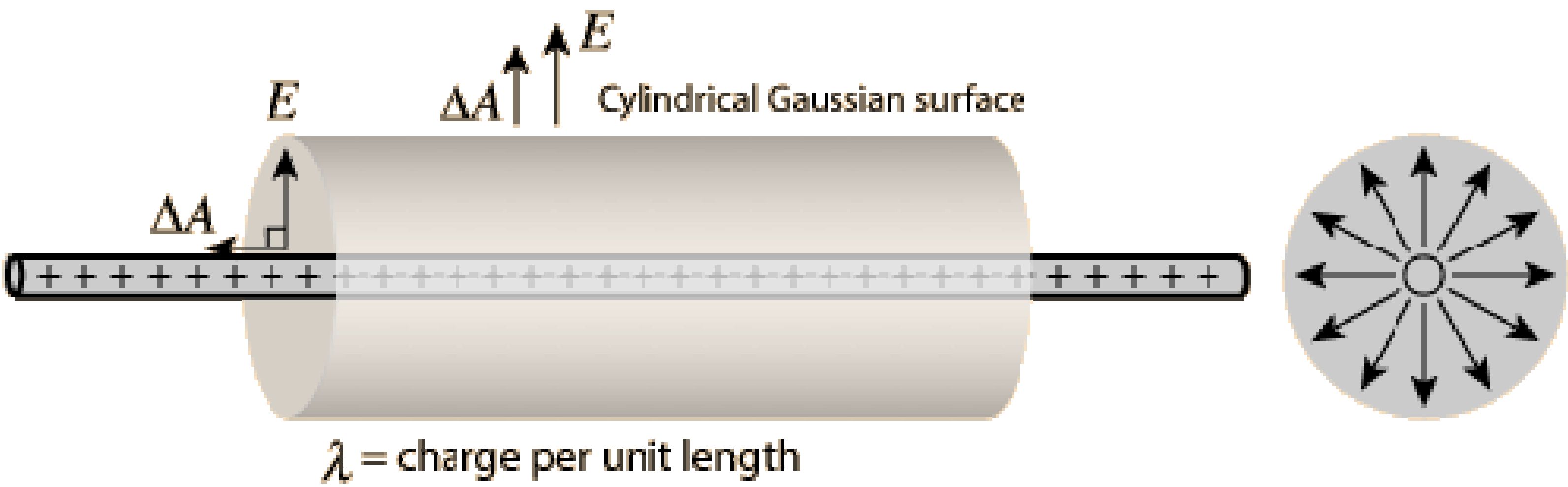


Superfícies equipotenciais

Onde *k* vale: $1/4\pi\varepsilon_0$

Aplicações da Lei de Gauss: Simetria cilíndrica

Considere uma linha infinita de cargas e densidade linear uniforme de distribuição. Imagine a superfície de Gauss na forma de um cilindro de raio **r**.



Neste caso, o fluxo elétrico é **E** multiplicado pela área do cilindro:

$$\Phi = EA$$

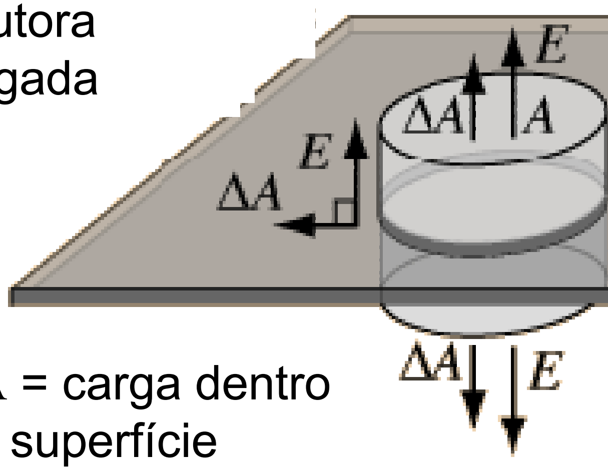
$$\Phi = E2\pi rL = \frac{\lambda L}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi r\varepsilon_0}$$

Aplicações da Lei de Gauss: Simetria planar

Placa não-condutora

σ = Folha não condutora carregada



$$\Phi = E2A = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$$

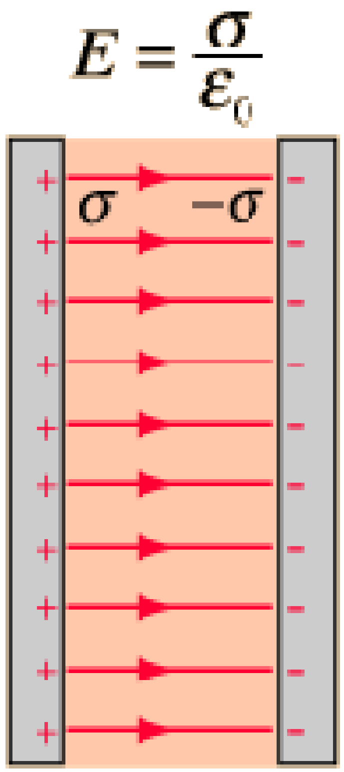
$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

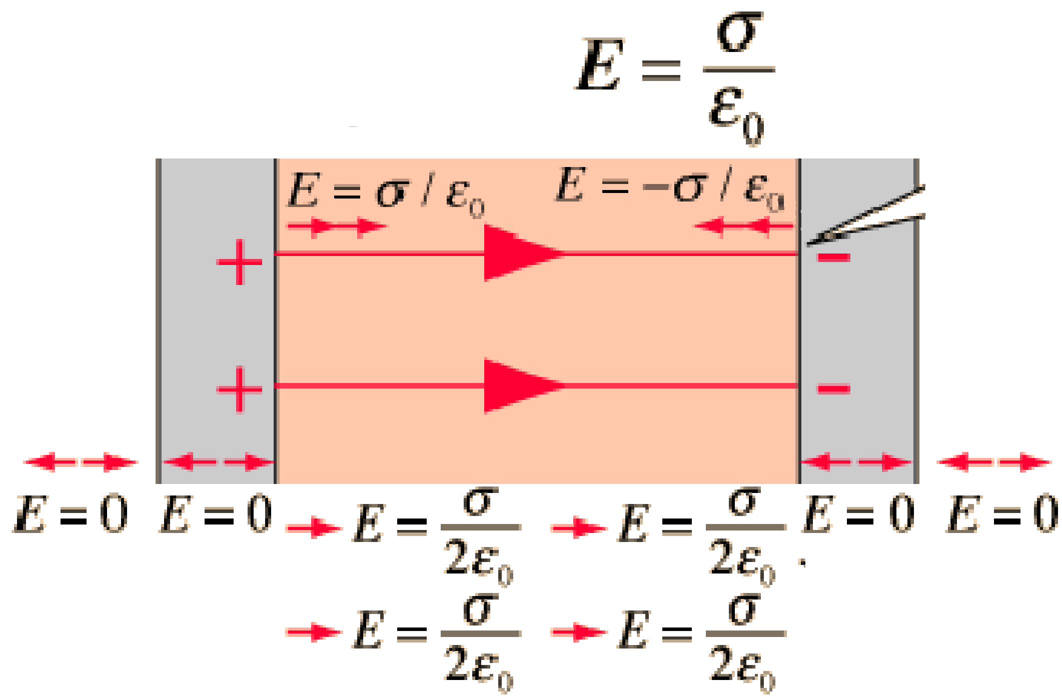
σA = carga dentro da superfície Gaussiana

E é perpendicular à superfície, então, somente as componentes das pontas do cilindro contribuem para o fluxo elétrico.

Duas placas condutoras

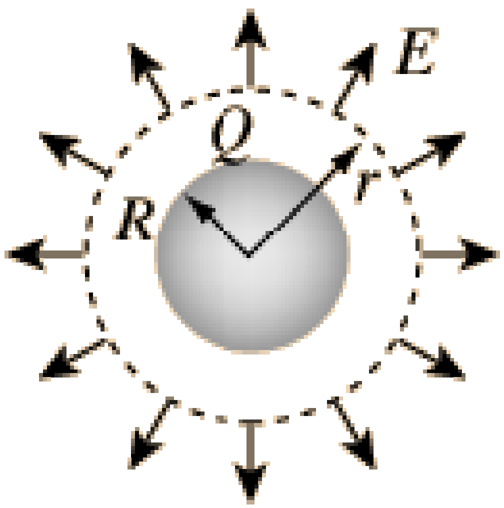
Se duas placas paralelas e carregadas com cargas opostas forem tratadas como placas paralelas condutoras, então a Lei de Gauss pode ser usada. Neste caso, as placas encontram-se em equilíbrio e **E** é zero dentro dos condutores, temos:





Aplicações da Lei de Gauss: Simetria esférica

Casca esférica carregada uniformemente



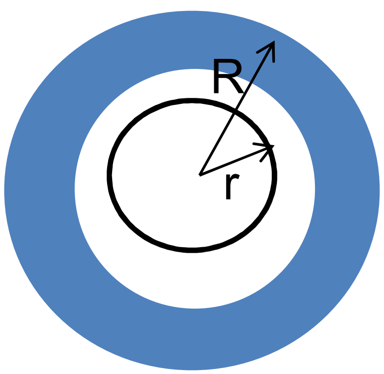
$$\Phi = EA = E4\pi r^2 = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$r > R$$

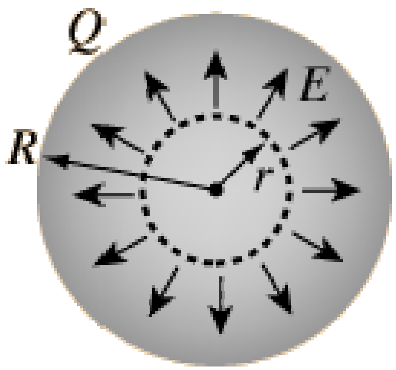
Como **E** é idêntico ao de uma carga pontual Q no centro da esfera, para r< R o campo será:

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

A menos que a superfície não envolva nenhuma carga, e neste caso **E** = 0



Partícula carregada no interior da casca esférica carregada uniformemente



$$\frac{Q'}{Q} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

ou

$$Q' = Q\frac{r^3}{R^3}$$

$$\Phi = E4\pi r^2 = \frac{Qr^3}{\varepsilon_0 R^3}$$

E o campo elétrico:

$$E = \frac{Qr}{4\pi\varepsilon_0 R^3}$$