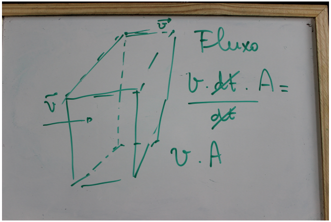
Física Geral II : AARE

29 de abril de 2021

Conteúdo

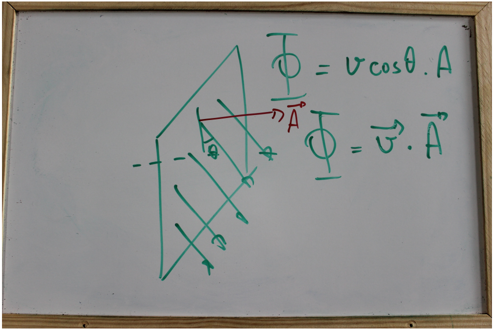
Fluxo

Quantidade de algo que passa por uma seção de transversal por unidade de tempo por unidade de área. Por exemplo, a vazão de água através de uma torneira.

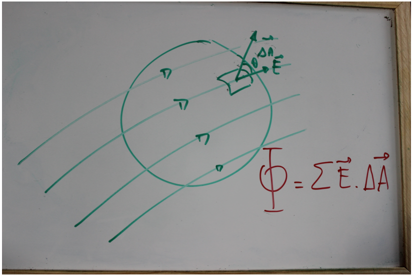


Podemos escrever o fluxo através de um produto escalar.

$$\Phi = \vec{v} \cdot \vec{A}$$



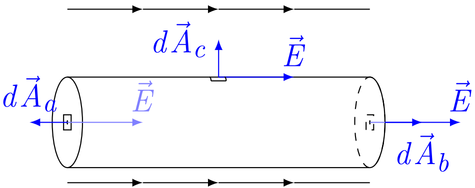
Pode ser interpretado como uma projeção de $\vec{A}$ na direção de $\vec{v}$



$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

Para a figura acima, as linhas de campo atravessam a superfície total fechada de área A. O que "entra"na superfície fechada, "sai".

$$\Phi = 0$$



$$\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}_a + \int \vec{E} \cdot d\vec{A}_b + \int \vec{E} \cdot d\vec{A}_c$$

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{A}_a = -\int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

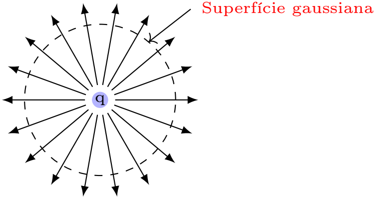
$$\int \vec{E} \cdot d\vec{A}_b = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{A}_c = 0$$

$$\Phi = 0$$

Lei de Gauss

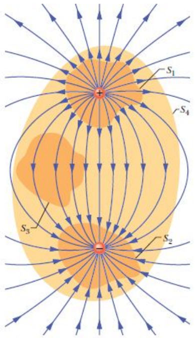
Para um caso bem particular que colocamos uma carga pontual (+) no centro de superfície esférica.



$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \oint E da \cos(0) = E \oint da = E 4\pi r^2$$

$$\Phi_E = \frac{1}{\cancel{4\pi}\epsilon_0} \frac{q}{\cancel{r^2}} \cancel{4\pi r^2} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

Na lei de Gauss, a carga no interior da superfície fechada está relaciona com o fluxo do campo elétrico.



S_1: O campo elétrico da carga positiva envolvida pela superfície está apontando sempre para fora;

S_2: O campo elétrico da carga negativa envolvida superfície está apontando sempre para dentro;

S_3: Nenhuma carga está sendo envolvida. Logo o fluxo do campo elétrico é igual a zero;

S_4: Apesar de existirem duas cargas, a carga líquida é igual a zero. Logo o fluxo do campo elétrico é igual a zero.

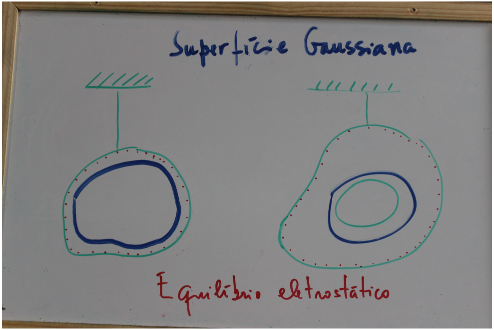
Para Q colocada próximo, mas fora de S_4, o campo muda, porém o fluxo sobre cada uma das superfícies permanece o mesmo.

A lei de Gauss e a lei de Coulomb descrevem a relação entre o campo elétrico com a carga elétrica.

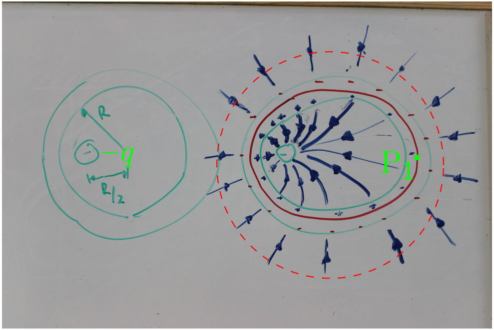
$$\text{Gauss} \Longleftrightarrow \text{Coulomb}$$

Um condutor carregado

Se colocarmos um excesso de cargas em um condutor (cobre, por exemplo), por repulsão, as cargas caminharão para a superfície do condutor.



Sobre a superfície gaussiana dentro do condutor, o campo elétrico é igual a zero. Logo, a quantidade de carga em seu interior é nula (lei de Gauss).



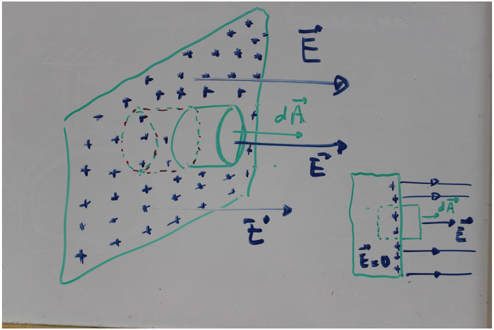
No ponto P_1 colocado sobre a superfície gaussiana, o valor do campo elétrico é zero. Logo:

$$\Phi_E = \oint \vec{0} \cdot d\vec{A} = 0$$

$q_+ + q_- = 0$

A carga negativa colocada no interior vai repelir os elétrons do condutor que vão se distribuir na superfície externa. No equilíbrio, cargas positivas (ausência de cargas negativas) blindam a carga de sinal oposto colocada no interior da cavidade. A carga dentro de é igual $-q$.

Campo elétrico próximo a uma superfície de um condutor carregado



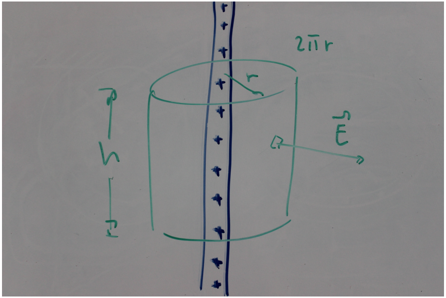
O campo elétrico próximo a superfície é dado por:

$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{A} = E\int dA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E\cancel{\pi r^2} = \frac{\sigma\cancel{\pi r^2}}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Distribuição linear de cargas



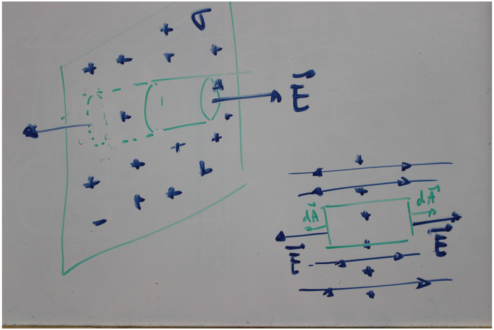
Considerando a distribuição linear de cargas e a superfície cilíndrica gaussiana.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \int dA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E 2\pi r \cancel{L} = \frac{\lambda \cancel{L}}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r}$$

Campo elétrico próxima a distribuição superficial de carga



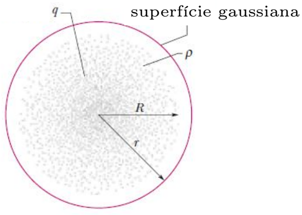
O campo elétrico próximo a superfície é dado por:

$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{A} = E\int dA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

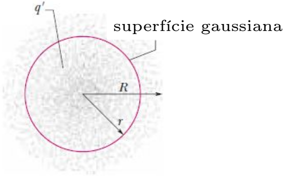
$$E\cancel{\pi r^2} + E\cancel{\pi r^2} = \frac{\sigma\cancel{\pi r^2}}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$\vec{E}$ de uma distribuição esférica de cargas



(a)



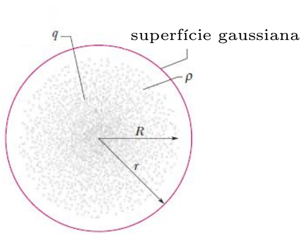
A carga que está dentro da superfície gaussiana é a que importa.

$$\oint \vec{E} \cdot \vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

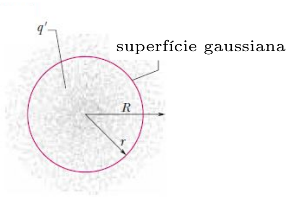
$$4\pi r^2 \, E = \frac{q}{\epsilon_0}$$

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

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



(a)



Sendo a densidade de carga constante ρ:

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

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

O campo dentro da distribuição de carga:

$$E = \left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^3}\right) r = 3\rho r$$