

Física Básica II- 5910196

Eletricidade e Magnetismo

Prof. Eder Rezende Moraes

Estagiário PAE: Daniel Luis Franzé.

Monitora: Bianca da Silva Carvalho

Técnico Sergio Oliveira Bueno da Silva

LEI DE GAUSS

Johann Carl Friedrich Gauss

- 30 de abril de 1777 — Göttingen, 23 de fevereiro de 1855) foi um matemático, astrônomo e físico alemão

- Veremos que a Lei Gauss facilita o cálculo do campo elétrico em condições de simetria
- Para chegarmos a ela, precisamos definir o fluxo de um Campo Elétrico.

Fluxo de um Campo Elétrico

- Como obter o fluxo de uma forma geral?

Fluxo de um Campo Elétrico

- Como obter o fluxo de uma forma geral?



Fluxo de um Campo Elétrico

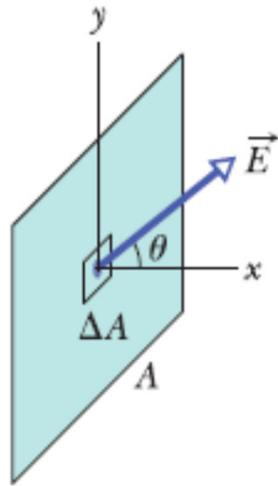
- Como obter o fluxo de uma forma geral?



Fluxo de um Campo Elétrico

- Como obter o fluxo de uma forma geral?
 - Isto mesmo, o produto da grandeza vezes a área disponível
- De uma forma mais conceitual:
 - O produto da quantidade perpendicular à área em questão.

Fluxo de um Campo Elétrico



$$\Phi = \sum \vec{E} \cdot \Delta \vec{A}$$

Fluxo de um Campo Elétrico

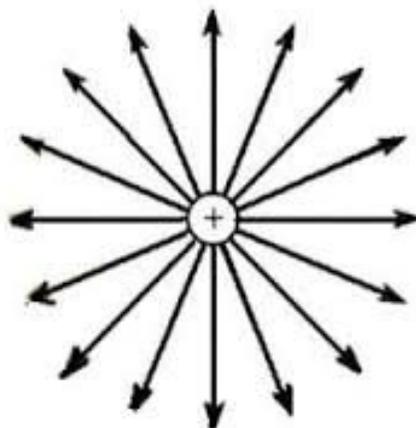
- E quando temos infinitas linhas de campo elétrico?

– Isso, integramos:

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

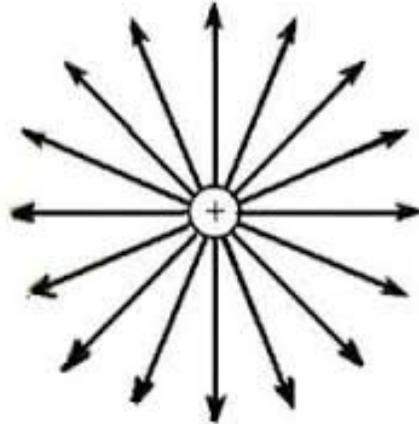
Fluxo de um Campo Elétrico de um superfície fechada

- Qual o fluxo de campo elétrico total ao redor de uma carga pontual, de carga q ?
 - Dependeria da distância à q ?
- As linhas de campo de uma carga pontual são radiais:



Fluxo de um Campo Elétrico de um superfície fechada

- As linhas de campo de uma carga pontual são radiais:

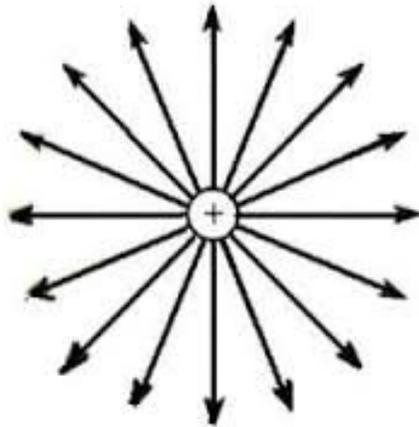


- O fluxo total a uma distância r da carga será:

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

Qual o campo elétrico a uma distância r de uma carga pontual?

- Isso:



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

O Fluxo total do campo elétrico a uma distância r de uma carga pontual será:

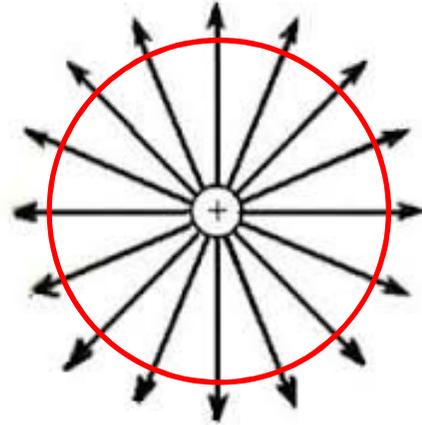
$$\Phi = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

- Escolhendo um elemento de área dA de uma casca esférica, de raio r , para o cálculo do fluxo,
- os vetores campo elétrico e elemento de área sempre serão paralelos,
- logo o produto escalar vira uma multiplicação:

$$\Phi = \int E dA$$

O Fluxo total do campo elétrico

$$\Phi = \int E \, dA$$



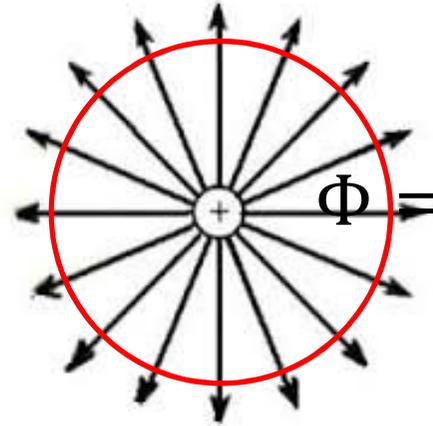
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

- Como o Campo elétrico é constante na casca esférica de raio r , E pode ser sair da integral.

$$\Phi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \int dA$$

O Fluxo total do campo elétrico

$$\Phi = \int E \, dA$$



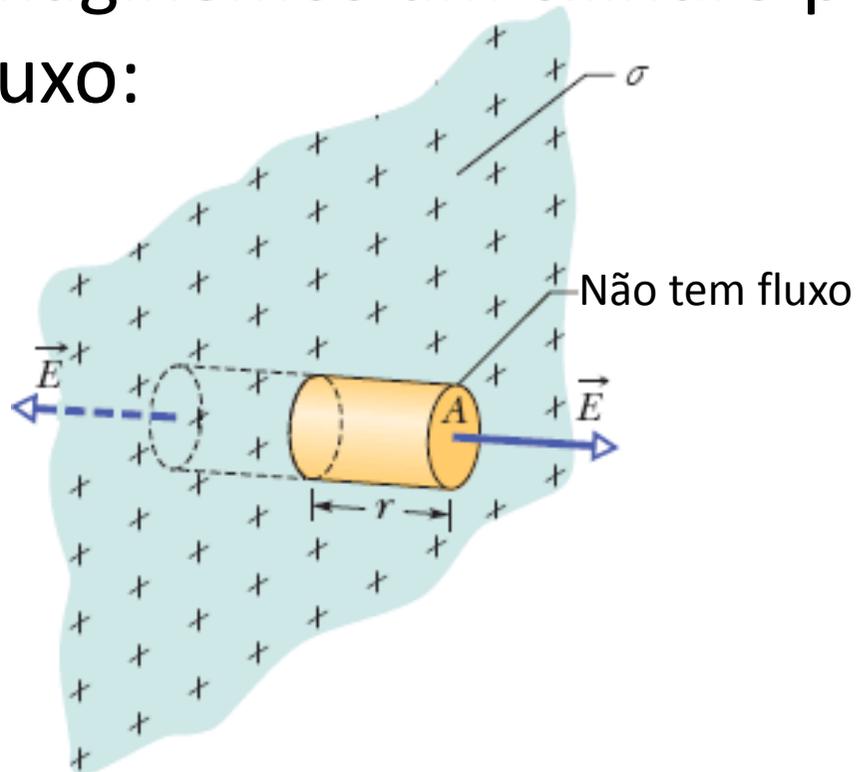
$$\Phi = \frac{E}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{q}{r^2} dA$$

- A integral de dA será: $4\pi r^2$
- Então o fluxo total do campo elétrico será:

$$\Phi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} 4\pi r^2 \quad \rightarrow \quad \Phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

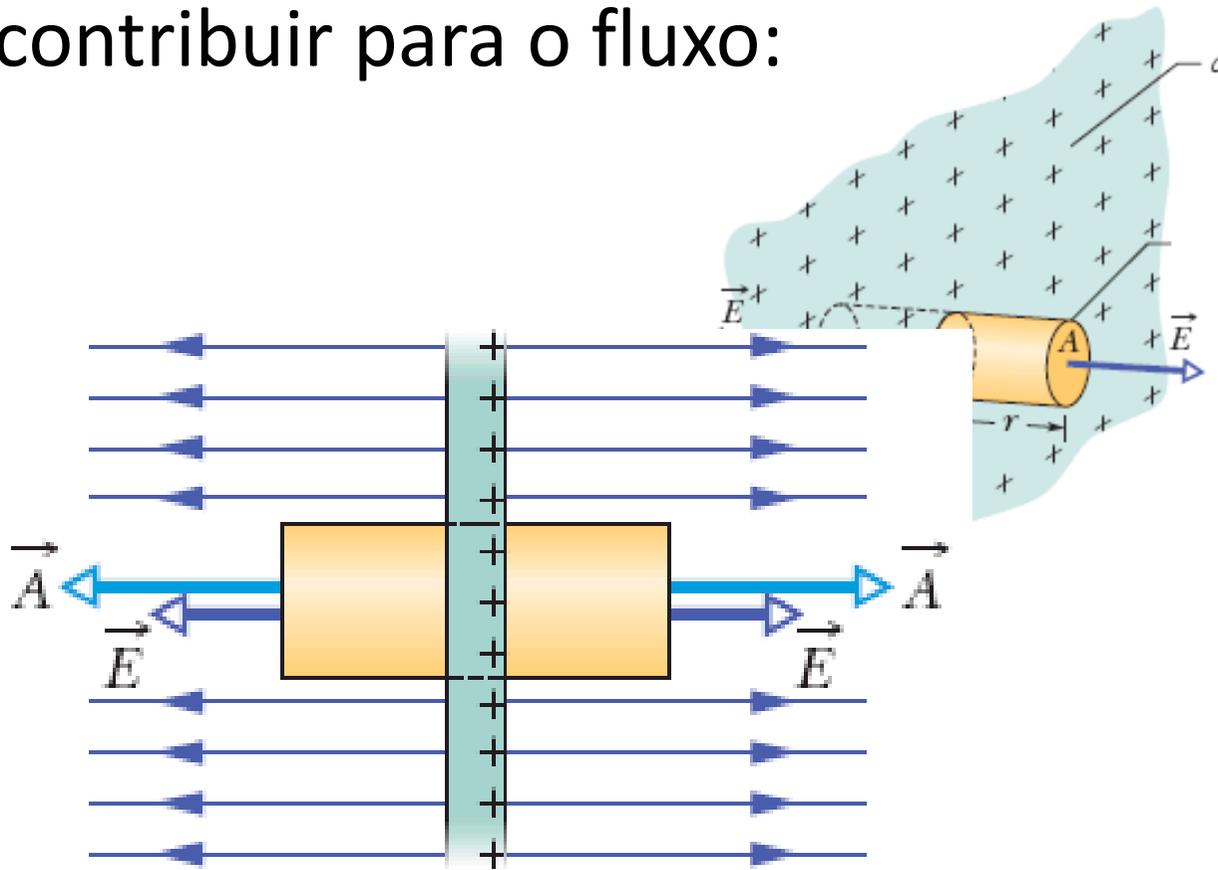
O fluxo do campo elétrico próximo a um disco infinito carregado

- Qual o fluxo elétrico total próximo a um disco infinito com densidade da carga uniforme σ ?
- Imaginemos um cilindro para calcularmos o fluxo:

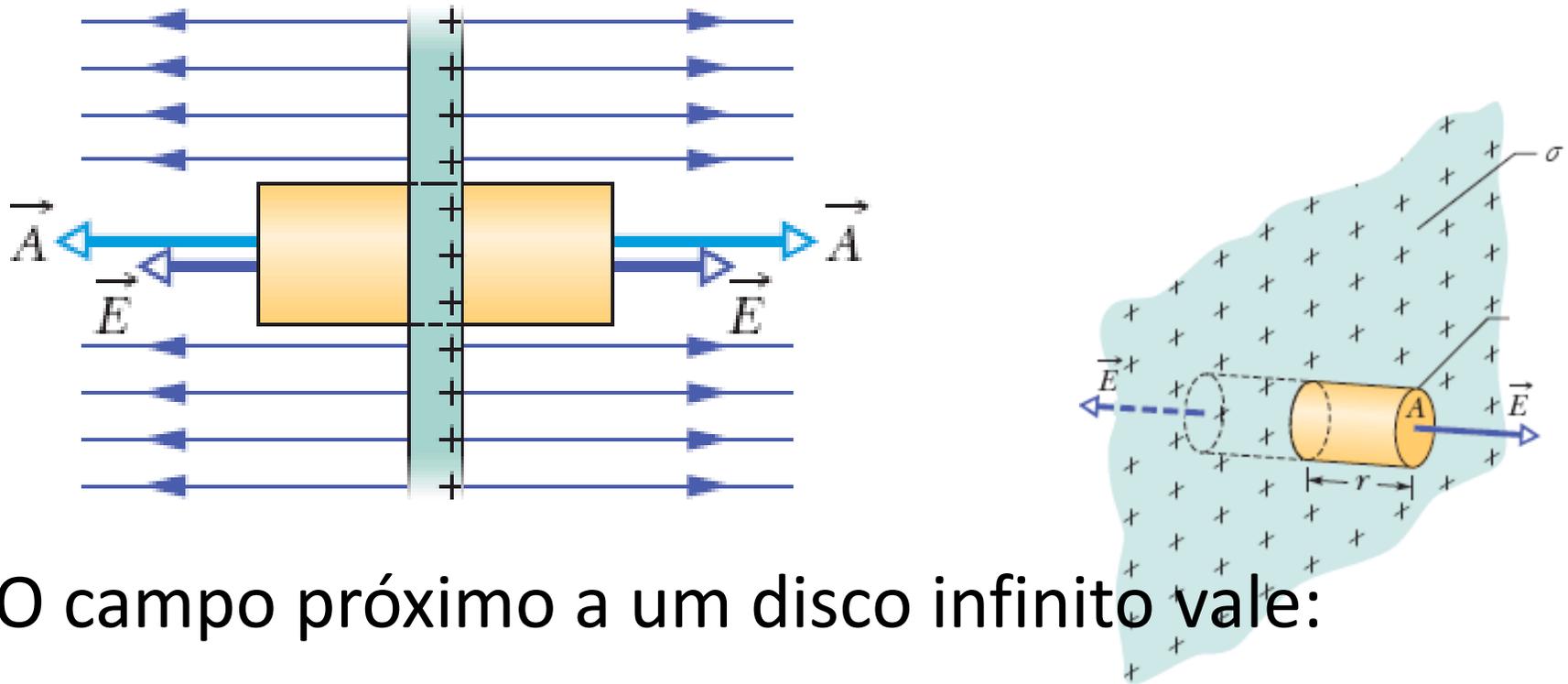


O fluxo do campo elétrico próximo a um disco infinito carregado

- Então somente as faces do cilindro irão contribuir para o fluxo:



O fluxo do campo elétrico próximo a um disco infinito carregado



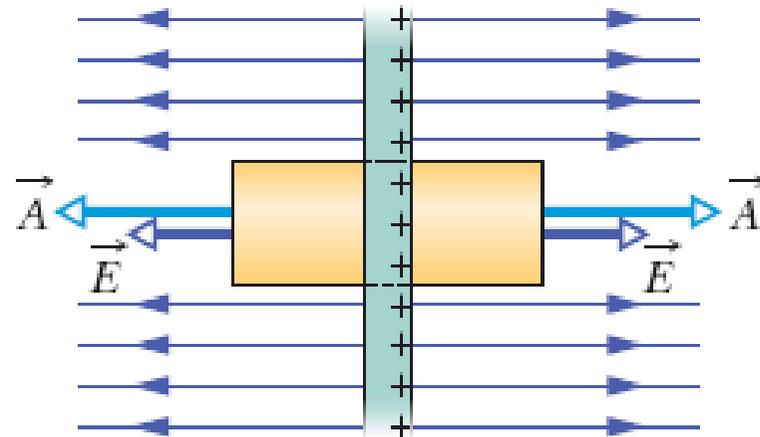
- O campo próximo a um disco infinito vale:

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

O fluxo do campo elétrico próximo a um disco infinito carregado

- O campo próximo a um disco infinito vale:

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



- Logo a $\int \vec{E} \cdot d\vec{A}$ é igual a:

$$\int E dA = E \int dA$$

O fluxo do campo elétrico próximo a um disco infinito carregado

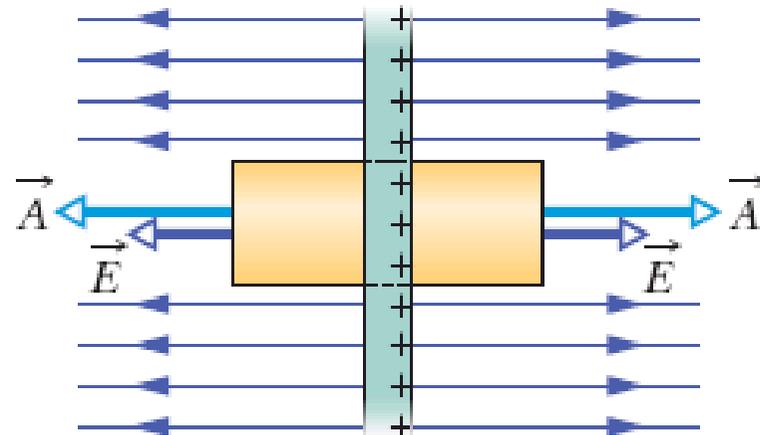
- Ou

$$\Phi = E \int dA$$

- Sendo $dA = \pi r^2$

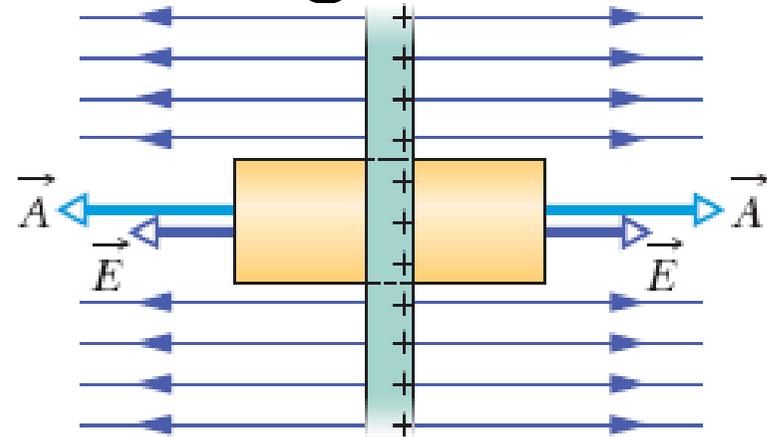
- e

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



O fluxo do campo elétrico próximo a um disco infinito carregado

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



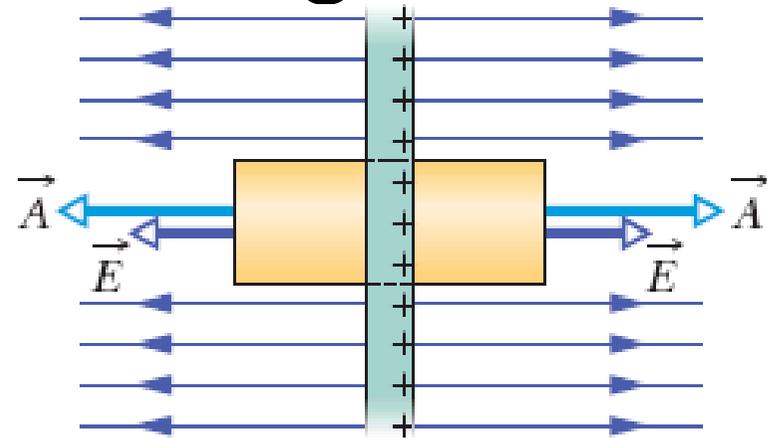
- Porém, temos contribuição de ambos os lados, logo

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

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

O fluxo do campo elétrico próximo a um disco infinito carregado

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



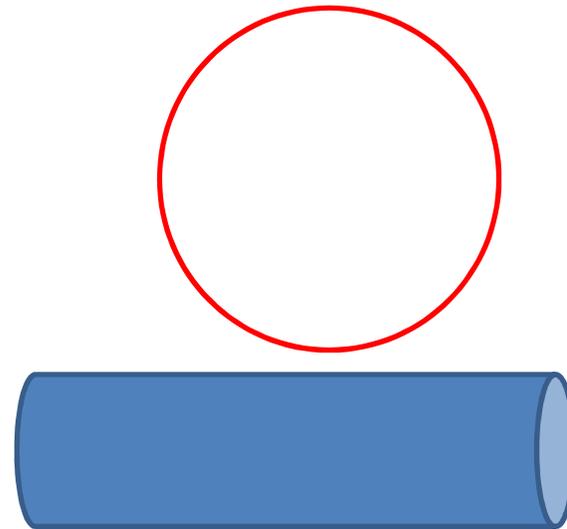
- Quem é $\sigma\pi r^2$?
 - Isso a carga total q no interior do cilindro, ou :

$$\Phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

- Ops, a mesma resposta para a carga pontual

Fluxo de campo elétrico

- E se não houvesse carga ?



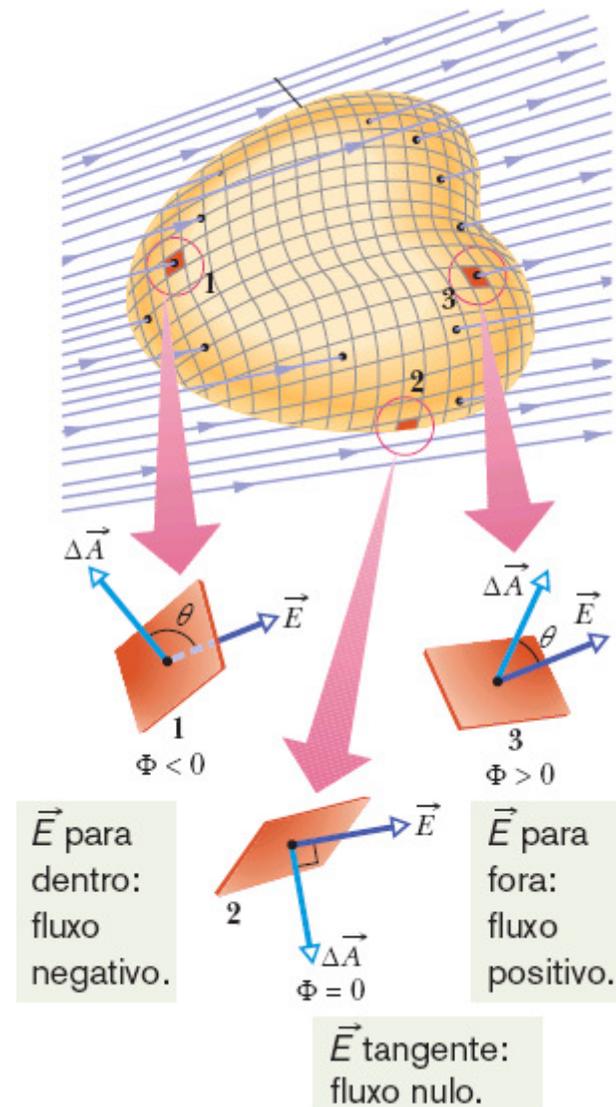
- Isto, não teria fluxo

$$\Phi = 0$$

E se a superfície não fosse simétrica?

- Não é óbvio, mas o resultado será o mesmo.
- Se tiver não tiver carga é nulo e se tiver

$$\Phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$



Lei de Gauss

- A lei de Gauss relaciona o fluxo total Φ de um campo elétrico através de uma superfície fechada (superfície gaussiana) à carga *total* q_{env} *envolvida* pela superfície, através da equação:

$$\epsilon_0 \Phi = q_{env}$$

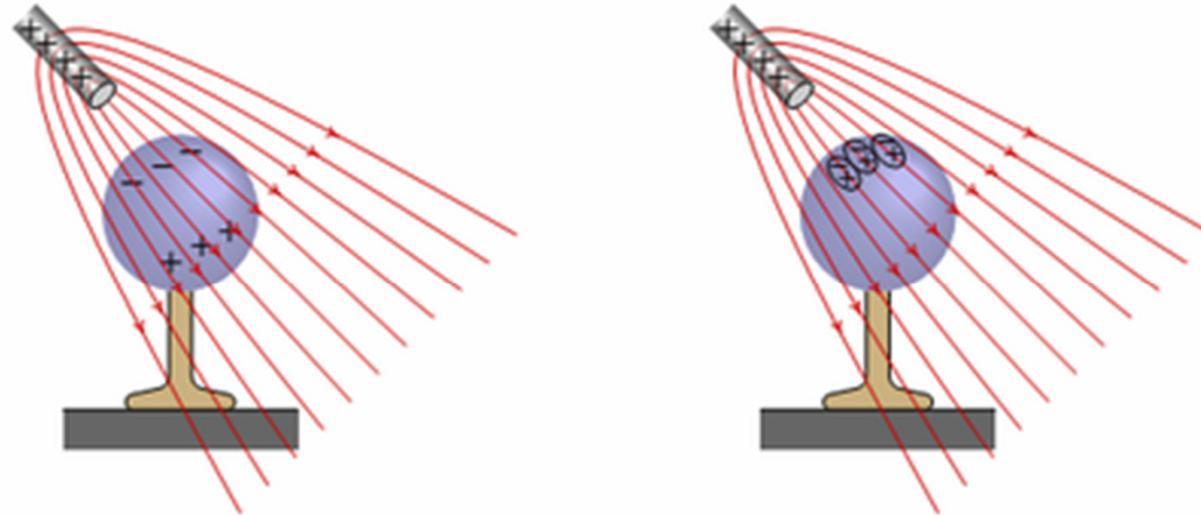
- Ou
$$\epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = q_{env}$$

O símbolo \oint significa integral sob uma superfície fechada

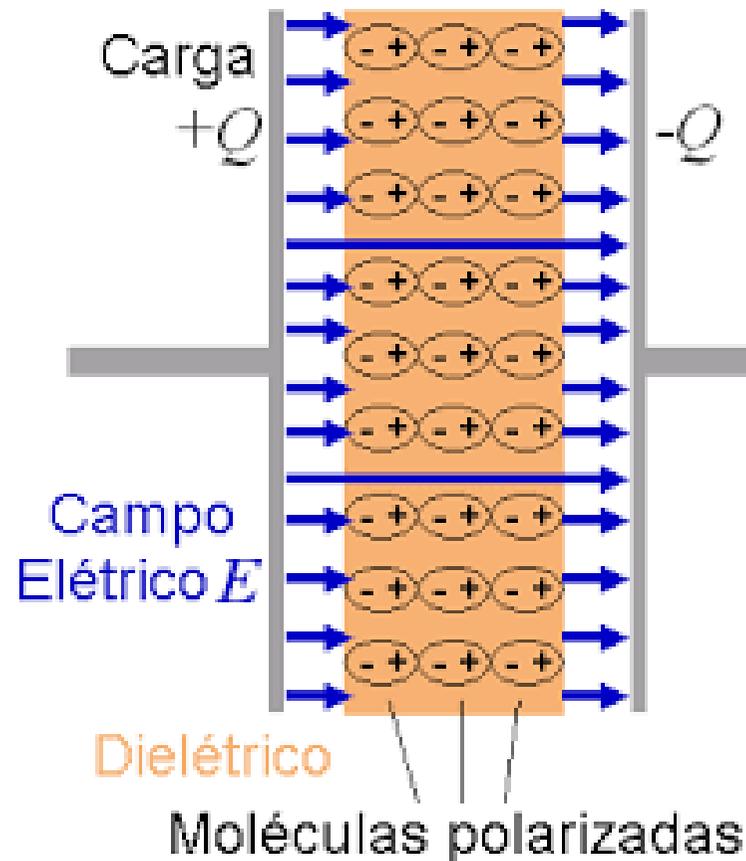
Campo elétrico de uma esfera isolante com densidade volumétrica de carga

- Qual o campo elétrico de uma esfera isolante com densidade volumétrica de carga ρ_q em função da distância r do centro da esfera?

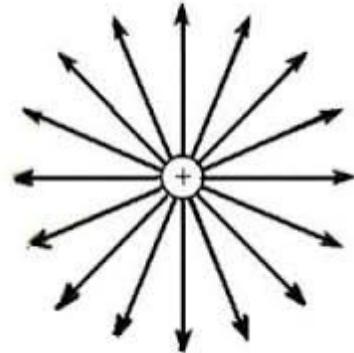
O que acontece no interior de um condutor e um isolante sob efeito de campo elétrico?



O que acontece no interior de um condutor e um isolante sob efeito de campo elétrico?



- Como são as linhas de campo elétrico de uma carga pontual?



- E de esfera metálica carregada?