

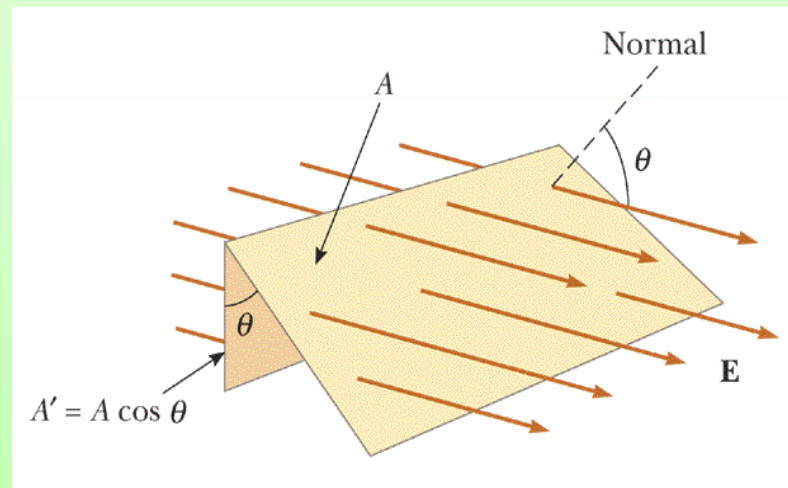
Aula 3

- Fluxos Elétricos
- Lei de Gauss
- Aplicações

Fluxo Elétrico

- É proporcional ao número de linhas do campo elétrico que penetram alguma superfície.

$$|\Phi_E| = E \cdot A \cdot \cos \theta = |\vec{E} \cdot \vec{A}|$$



$$\Phi_E = \lim_{\Delta A_i \rightarrow 0} \sum \vec{E}_i \cdot \Delta \vec{A}_i = \int_{\text{superfície}} \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

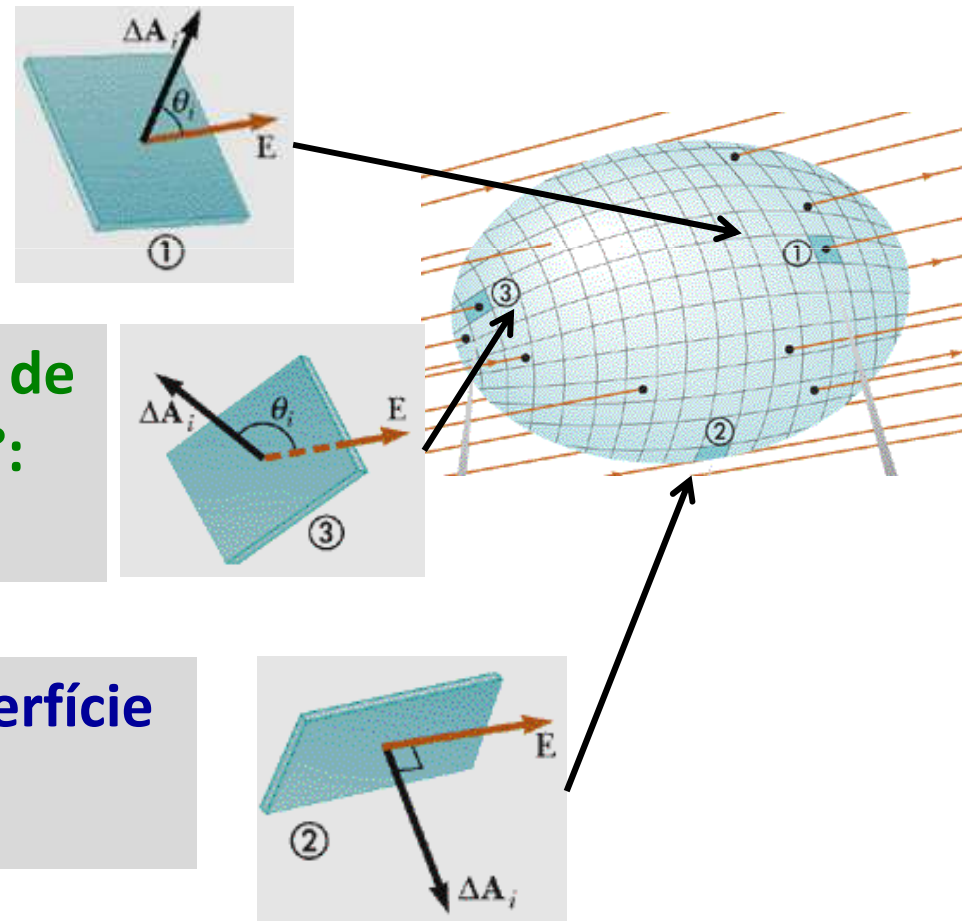
Interesse: Integrais sobre superfícies fechadas

- Superfície fechada => divide completamente o espaço em uma região interna e uma externa.

Elemento 1: E é para fora e $\theta_i < 90^\circ$: $\phi_E > 0$

Elemento 3: E cruza a superfície de fora para dentro: $180^\circ > \theta_i > 90^\circ$: $\phi_E < 0$ ($\cos\theta < 0$)

Elemento 2: E é tangente a superfície e $\theta_i = 90^\circ$: $\phi_E = 0$



O fluxo resultante através da superfície fechada é proporcional o número resultante de linhas que penetram a superfície

- Número resultante = o número de linhas que sai do volume englobado pela superfície **menos** o número de linhas que entra na superfície.

$$\phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \oint E_n dA$$

Onde E_n representa a componente do campo normal a superfície, ou paralela a dA

- Se:
 - no. que entra > no. que sai $\phi_E < 0$
 - no. que entra < no. que sai $\phi_E > 0$

Lei de Gauss

- O fluxo resultante através de qualquer superfície fechada é igual à carga líquida dentro da superfície dividida por ϵ_0

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

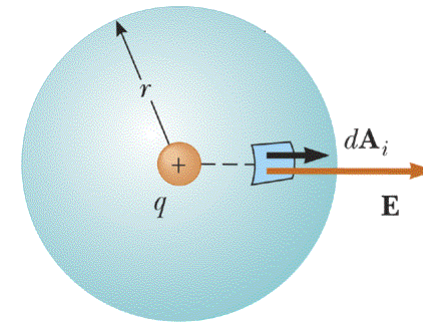
Útil em problemas de alta simetria: distribuições de cargas esféricas, cilíndricas ou planas

Aplicação da Lei de Gauss a Distribuições Simétricas de Cargas

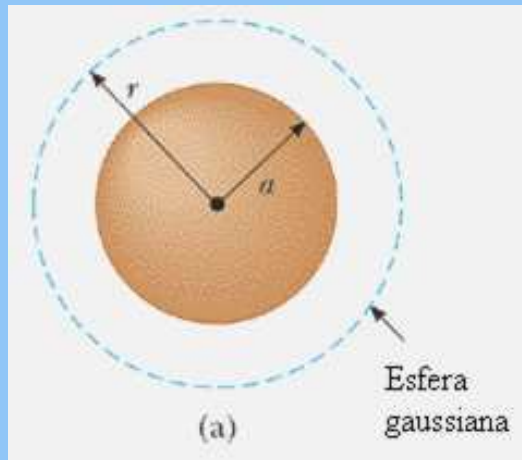
- A superfície deve ser sempre escolhida para aproveitar a simetria da distribuição de carga, de maneira que possamos remover E da integral e resolver a integral.
- O objetivo nesse tipo de cálculo é determinar uma superfície que satisfaça a uma ou mais das seguintes condições:
 - 1) Pode-se afirmar por simetria que o valor do campo elétrico é constante sobre a superfície;
 - 2) O produto escalar $\mathbf{E} \cdot d\mathbf{A}$, pode ser expresso como $E \cdot dA$, porque E e $d\mathbf{A}$ são paralelos;
 - 3) O produto escalar $\mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = 0$, porque E e $d\mathbf{A}$ são perpendiculares;
 - 4) Pode-se afirmar que o campo é zero em qualquer parte da superfície.

Exemplo 19.10

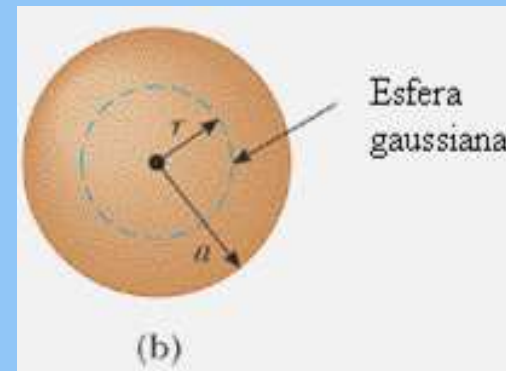
- Uma esfera sólida isolante de raio a tem uma densidade de carga volumétrica uniforme ρ e uma carga positiva total Q .



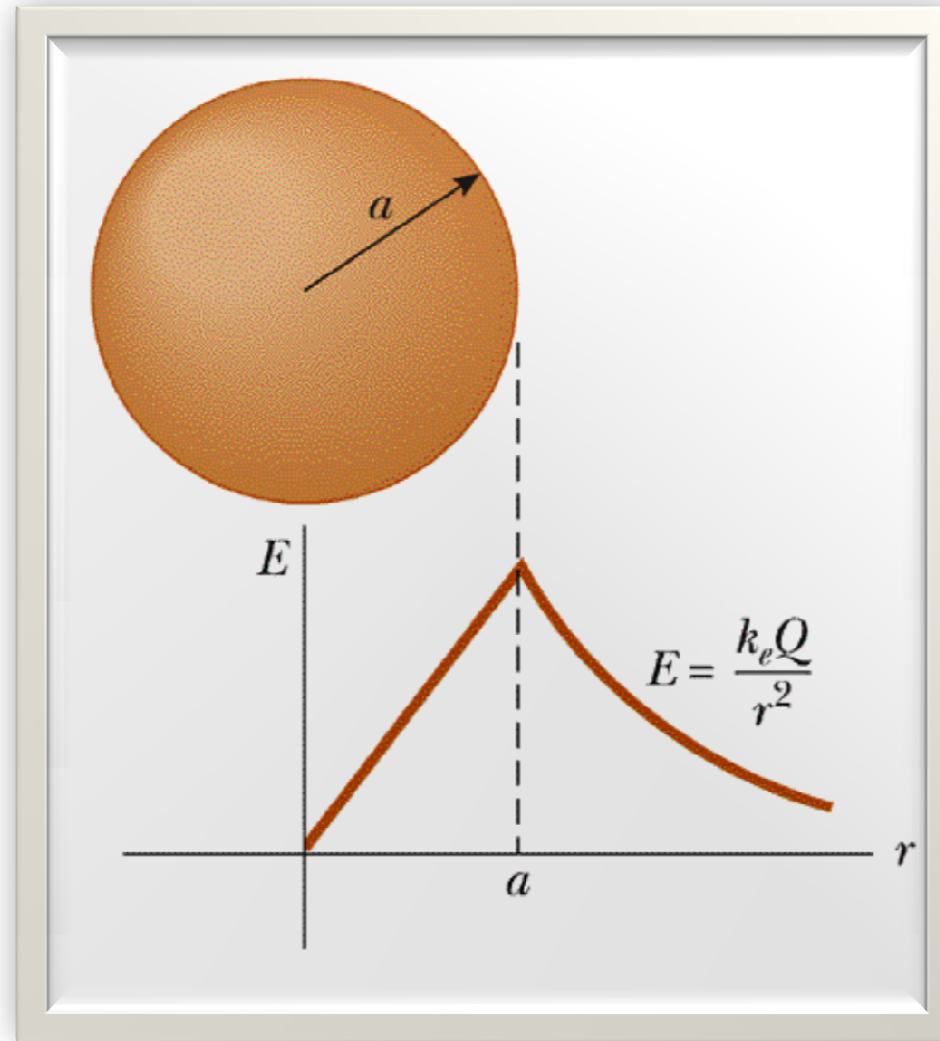
(a) Encontre a magnitude do campo em um ponto fora da esfera.



(b) Encontre a magnitude de campo em um ponto dentro da esfera.

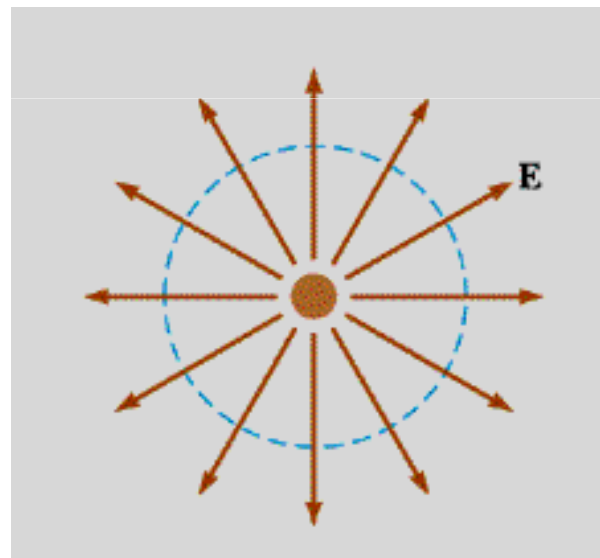
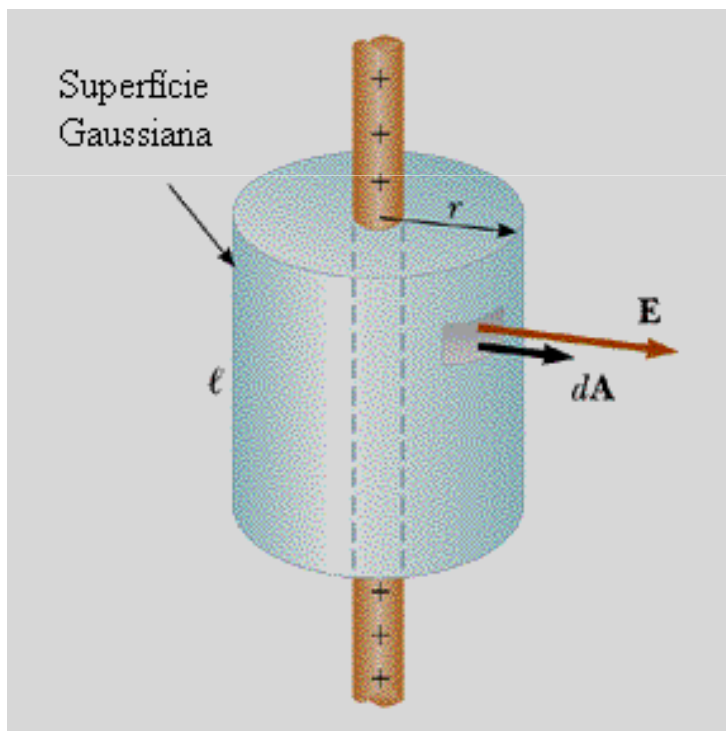


Solução gráfica exemplo: 19.10



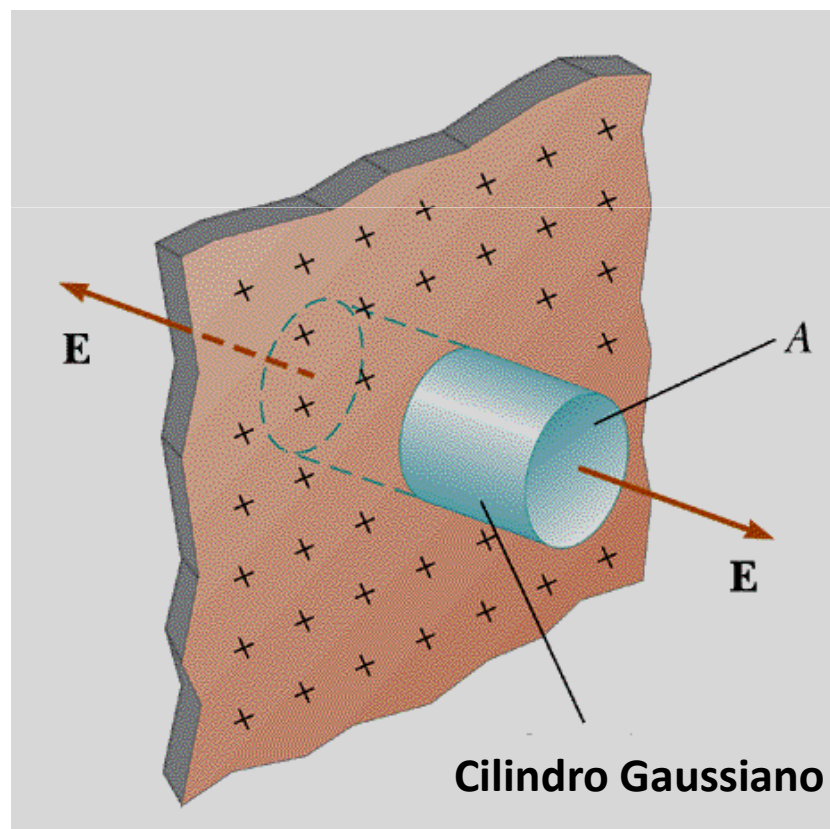
Exemplo 19.11

- Encontre o campo elétrico a uma distância r de uma linha de carga positiva tendo comprimento λ constante



Exemplo 19.12

- Encontre o campo elétrico devido a um plano não condutor, infinito, com carga por unidade de área σ uniforme.

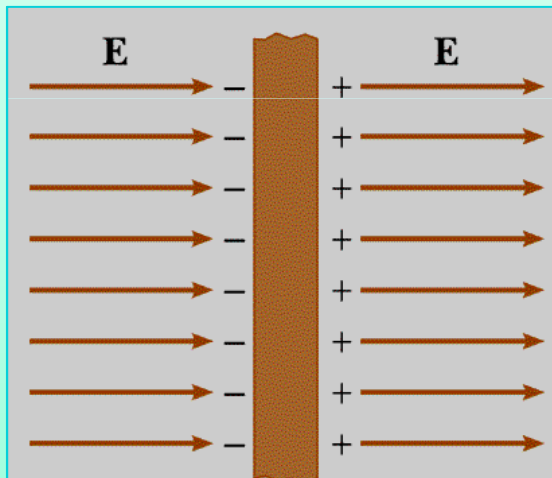


Condutores e Equilíbrio Eletrostático

- **No condutor:** cargas são livres para se movimentar
- **Equilíbrio Eletrostático:** nenhum movimento de carga ocorre no condutor. Toda carga no condutor é uma partícula em equilíbrio (força resultante sobre ela é nula).

Condutor Isolado (da terra) em Equilíbrio Eletrostático

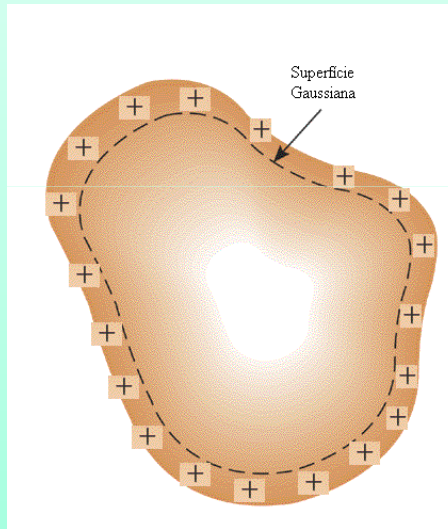
1) O campo elétrico é nulo em qualquer ponto dentro do condutor.



Placa condutora em um campo externo E .
As cargas induzidas sobre as superfícies da placa produzem um campo elétrico que se opõe ao campo externo, fornecendo um campo resultante nulo dentro do condutor

Condutor Isolado (da terra) em Equilíbrio Eletrostático

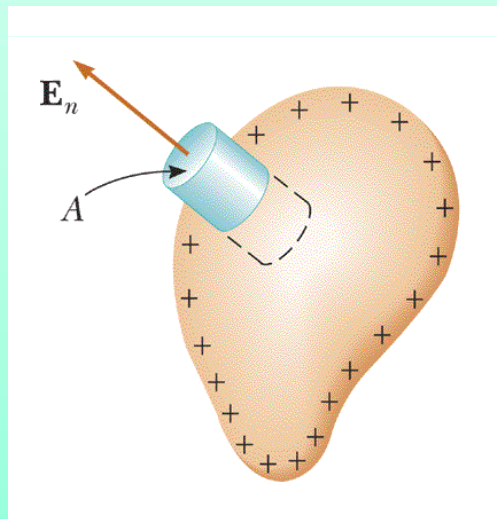
2) Se o condutor isolado tiver uma carga líquida, a carga em excesso fica inteiramente na superfície.



Muitas cargas colocadas no centro do condutor. A repulsão mútua faz com que as cargas se afastem, atingindo o limite máximo que é a superfície.

Condutor Isolado (da terra) em Equilíbrio Eletrostático

3) O campo elétrico imediatamente exterior ao condutor carregado é perpendicular a superfície do condutor e tem magnitude σ/ϵ_0 , onde σ é a carga por unidade de área neste ponto.



O campo é normal a superfície porque o condutor está em equilíbrio eletrostático. Se tivesse uma componente perpendicular a superfície as cargas se moveriam.