

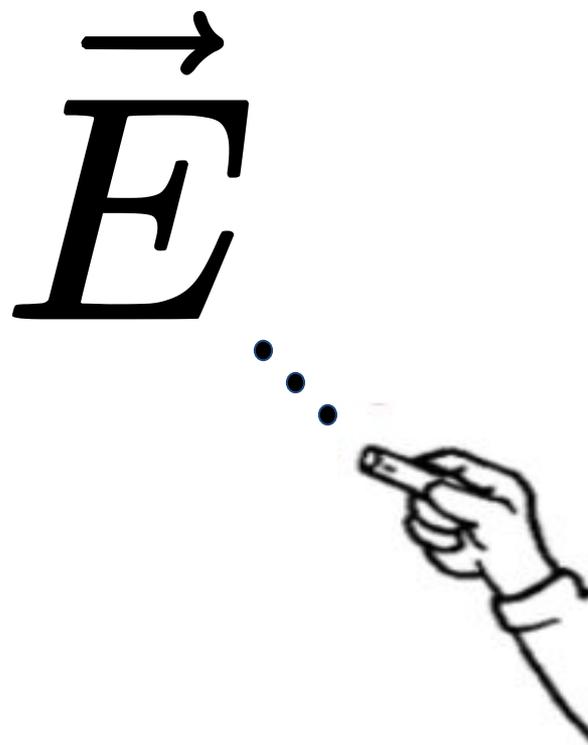
Capítulo 28 - A Lei de Gauss

Professor: Prof. Carlos Eduardo Souza - Cadu

**Sala: A2-15 (IF, andar 1P)
Email: carloseduardosouza@id.uff.br**

A Lei de Gauss

A Lei de Gauss é uma outra abordagem para cálculo de campo elétrico...



A Lei de Gauss

Objetivos destas aulas:

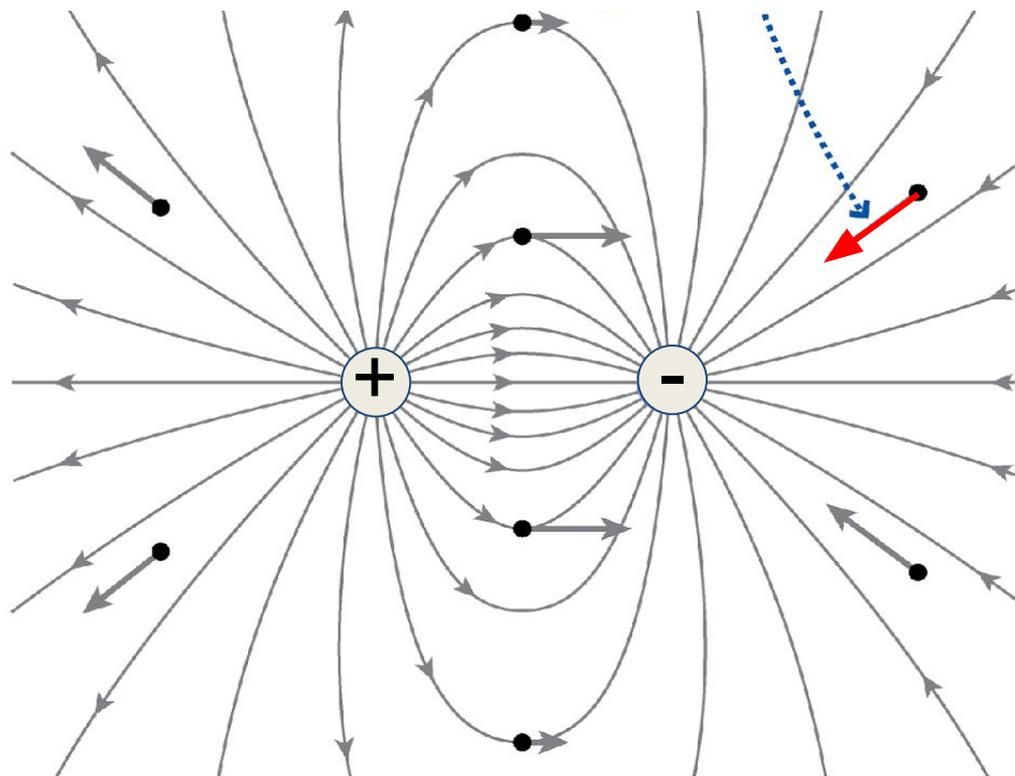
- 1- Usar simetrias do sistema para determinar o campo elétrico \vec{E}
- 2- Calcular o fluxo de \vec{E} através de uma superfície
- 3- Calcular (**com facilidade**) o \vec{E} em distribuições de carga simétricas
- 4- Usar a Lei de Gauss para explicar propriedades de metais em equilíbrio.

A Lei de Gauss

Estudando a simetria...

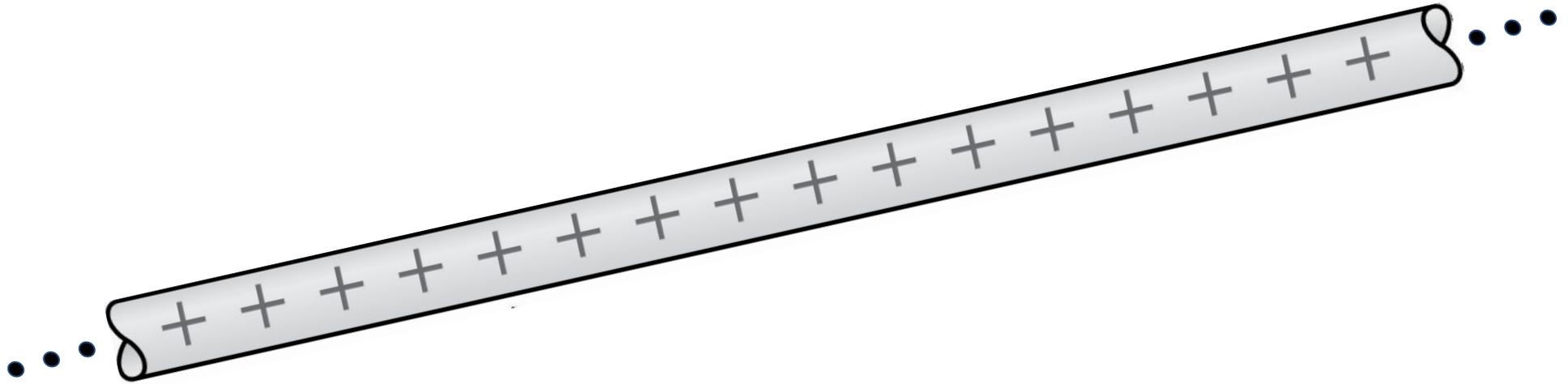
Digamos que APENAS soubéssemos que:

- Todo \vec{E} aponta para fora de cargas positivas, e em direção às cargas negativas
- \vec{E} exerce uma força elétrica sobre qq carga elétrica.



A Lei de Gauss

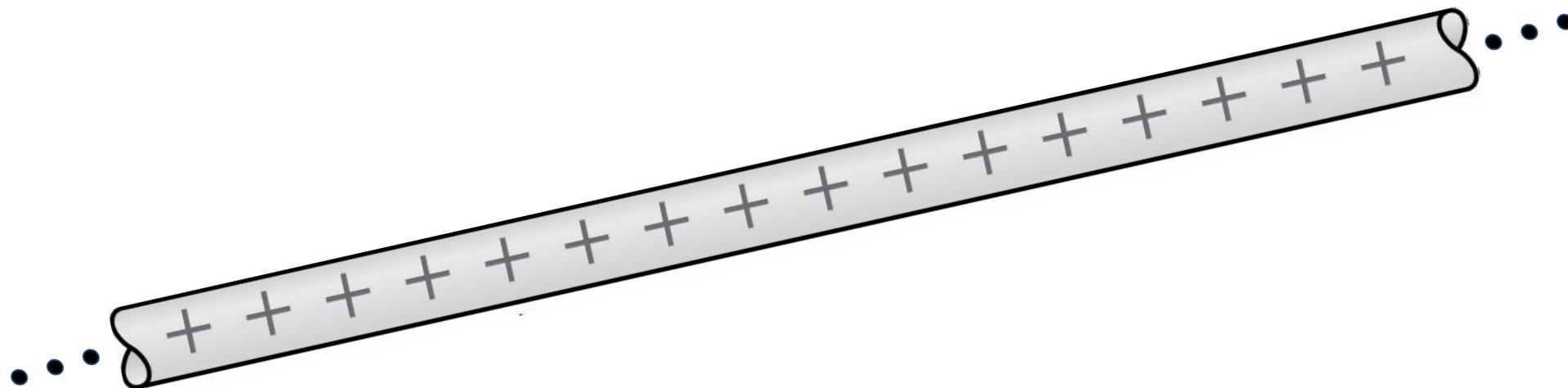
Um cilindro infinitamente longo e carregado com carga positiva.



O que podemos deduzir acerca do campo elétrico?

A Lei de Gauss

Um cilindro infinitamente longo e carregado com carga positiva.



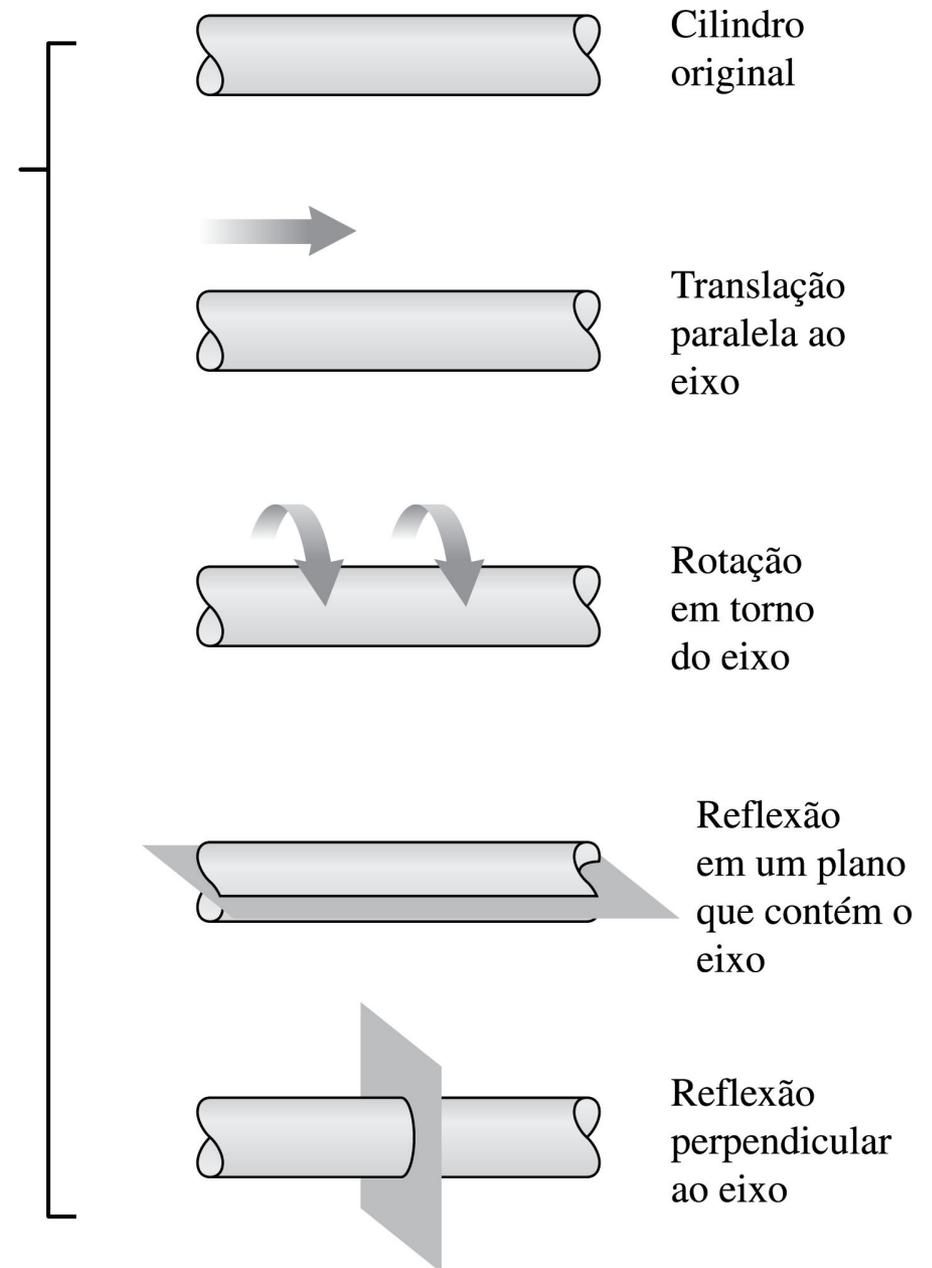
O que podemos deduzir acerca do campo elétrico?

Lembrando que tudo que sabemos é:

- Todo campo elétrico aponta para fora de cargas positivas, e em direção às cargas negativas.
- O campo elétrico exerce uma força elétrica sobre qq carga elétrica.

A Lei de Gauss

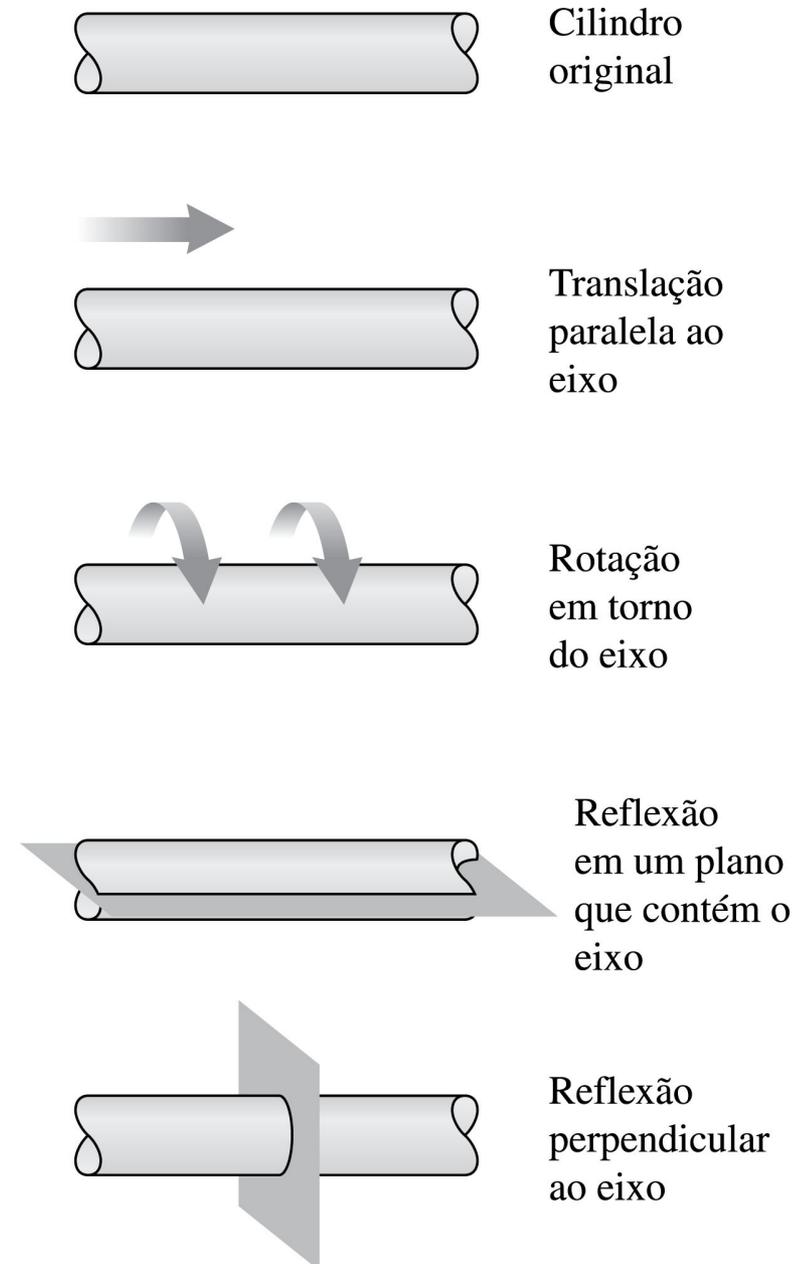
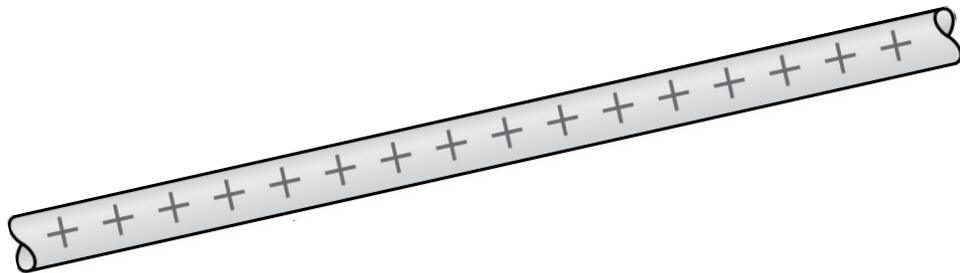
Uma distribuição de cargas é simétrica se existir um grupo de transformações geométricas que não cause nenhuma alteração física...



A Lei de Gauss

Uma distribuição de cargas é simétrica se existir um grupo de transformações geométricas que não cause nenhuma alteração física...

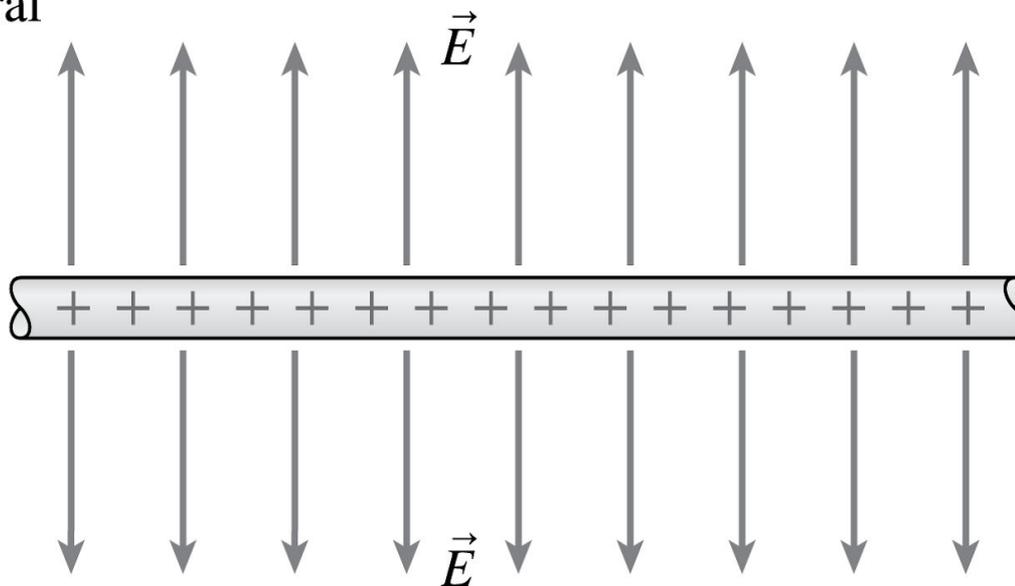
No caso geral, se a alteração (translação, p. ex.) não permitir concluir que nada mudou, então dizemos que a distribuição de cargas é simétrica frente àquela transformação particular.



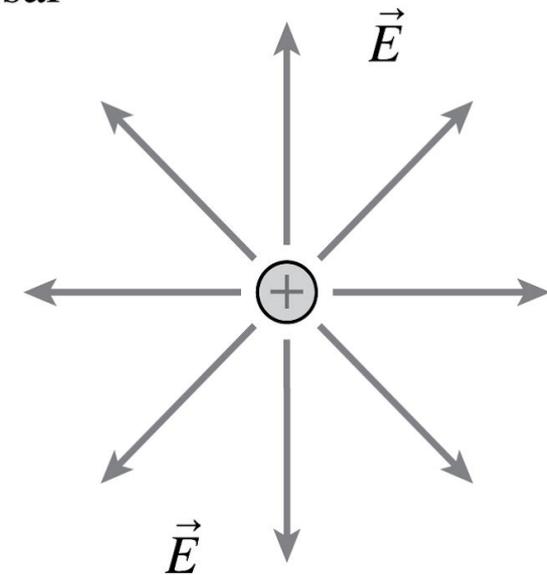
A Lei de Gauss

Os argumentos de simetria nos permitem concluir que o campo \vec{E} de um fio infinito tem simetria axial (cilíndrica)...

Vista lateral



Vista transversal

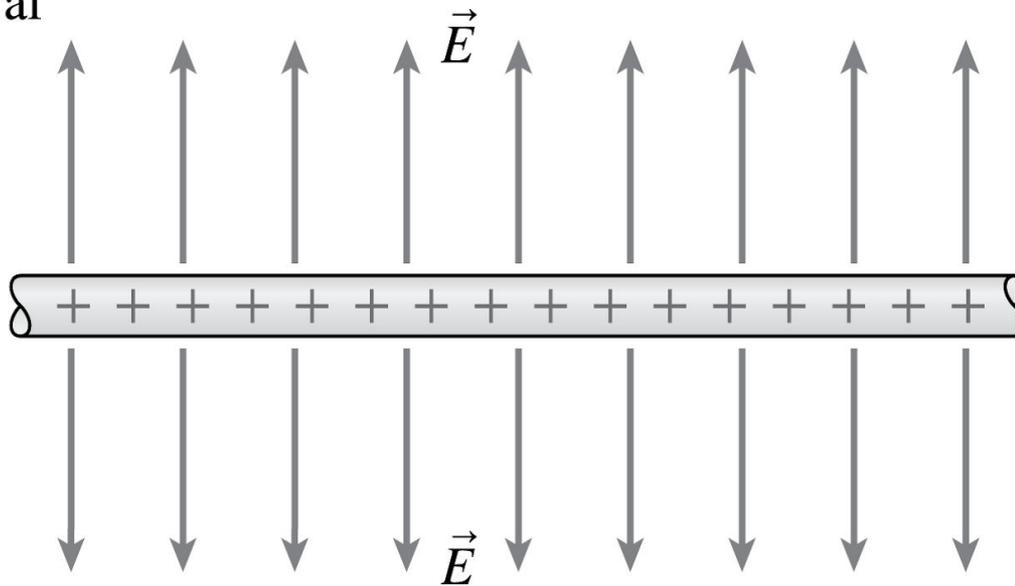




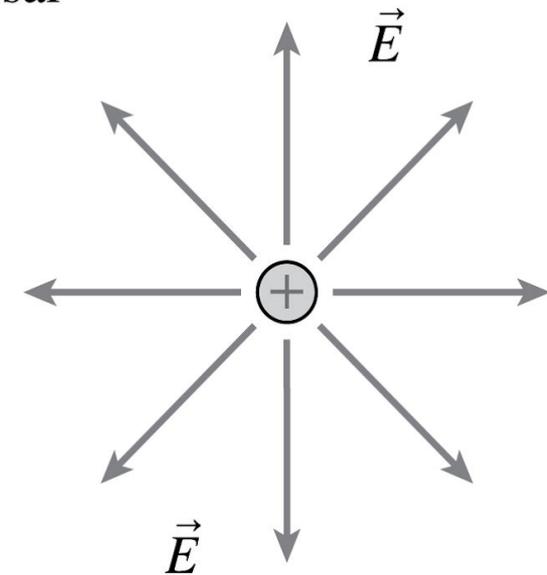
A Lei de Gauss

Os argumentos de simetria nos permitem concluir que o campo \vec{E} de um fio infinito tem simetria axial (cilíndrica)...

Vista lateral



Vista transversal

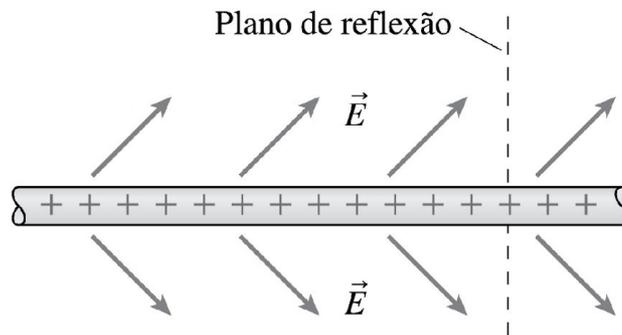


Simetria na $\rho_{elétrica}$ \longleftrightarrow Simetria no \vec{E}

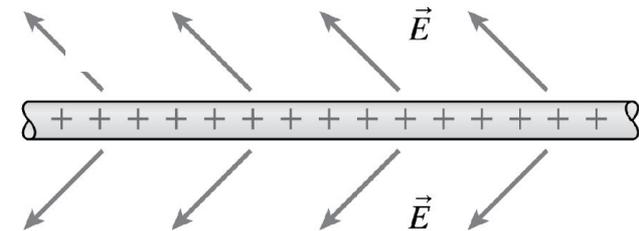
A Lei de Gauss

Contra exemplo:

Simetria na $\rho_{elétrica}$ \longleftrightarrow Simetria no \vec{E}



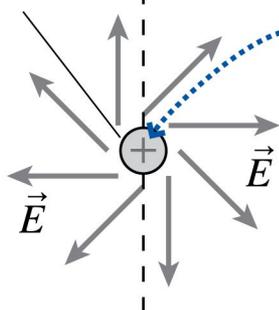
Reflexão



Vista

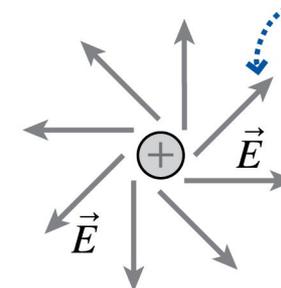
transversal
do cilindro

Plano de reflexão



A distribuição de carga não sofre alteração pela reflexão em um plano que contém o eixo.

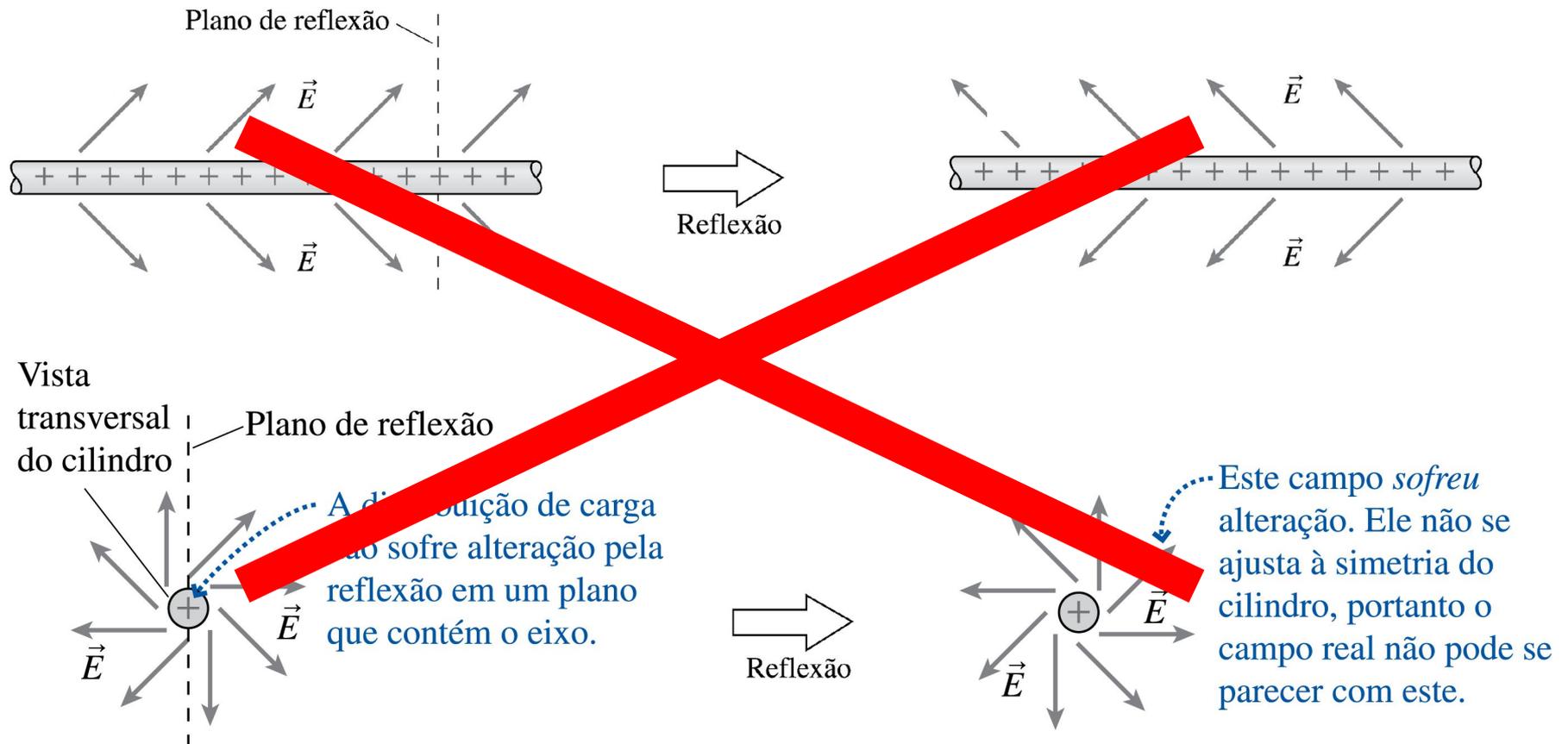
Reflexão



Este campo *sofreu* alteração. Ele não se ajusta à simetria do cilindro, portanto o campo real não pode se parecer com este.

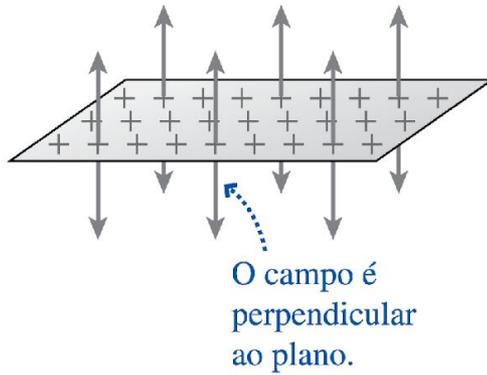
A Lei de Gauss

Simetria na $\rho_{elétrica}$ \longleftrightarrow Simetria no \vec{E}



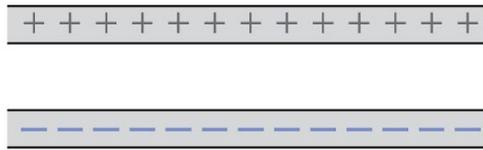
A Lei de Gauss

Simetria Planar



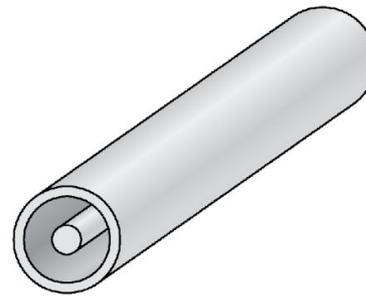
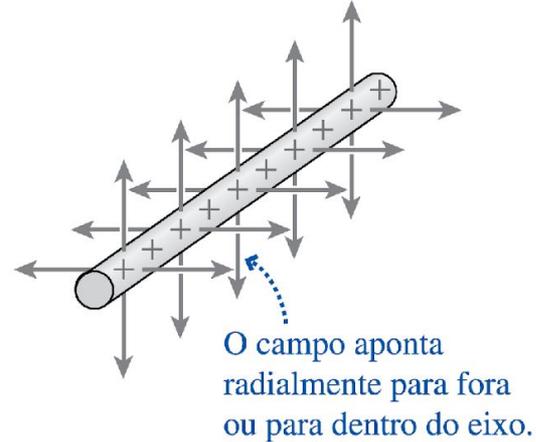
Simetria Básica:

Exemplo mais complexo:



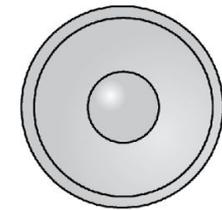
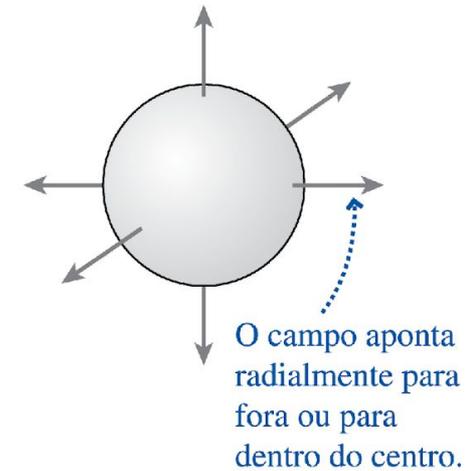
Capacitor de placas paralelas infinitas

Simetria cilíndrica



Cilindros coaxiais

Simetria Esférica

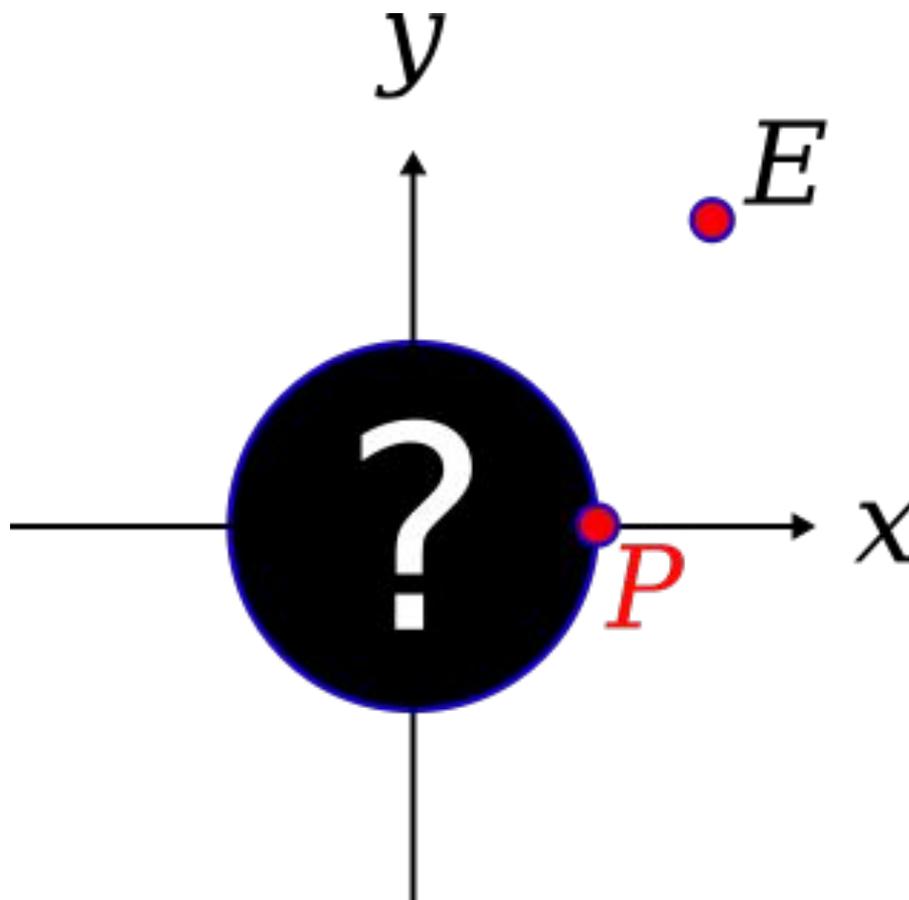


Esferas concêntricas

Simetria na $\rho_{elétrica}$ \longleftrightarrow Simetria no \vec{E}

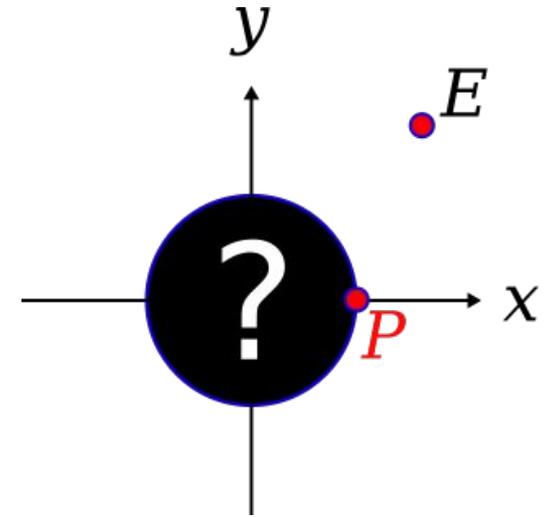
Teste pré-aula 3

Objetos carregados são movidos (transformados, em linguagem de geometria) enquanto se observa no ponto E o campo elétrico por cada um deles produzido (ver figura). Os pontos E e P são apenas pontos de referência.





Transformações:

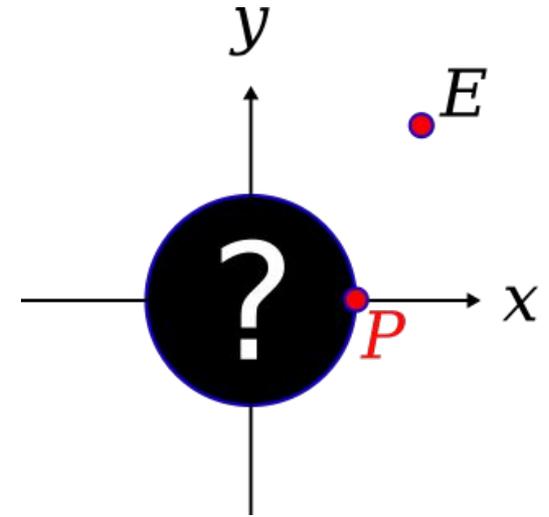


- A)** o objeto é deslocado na direção do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- B)** o objeto é girado em torno do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- C)** o objeto é refletido em torno de $x=0$, invertendo todas as cargas de x positivo para x negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- D)** o objeto é refletido em torno do plano xy , invertendo todas as cargas de y positivo para y negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- E)** objeto é girado de 90° em torno do eixo z de forma que P fique sobre o eixo y . O campo elétrico em E se altera.



Transformações:

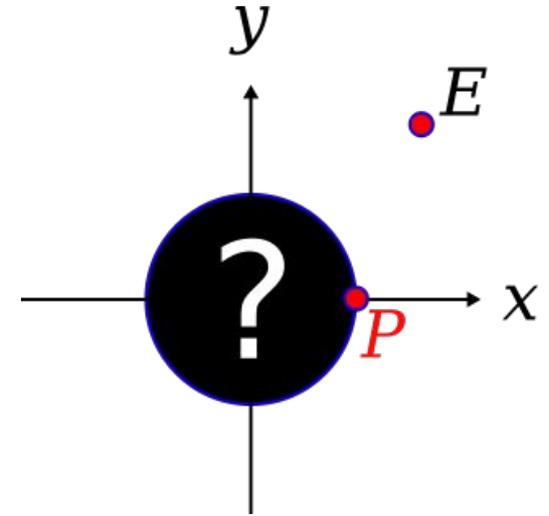
Uma "partícula positivamente carregada posicionada na origem" **satisfaz às cinco transformações?**



- A) o objeto é deslocado na direção do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- B) o objeto é girado em torno do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- C) o objeto é refletido em torno de $x=0$, invertendo todas as cargas de x positivo para x negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- D) o objeto é refletido em torno do plano xy , invertendo todas as cargas de y positivo para y negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- E) objeto é girado de 90° em torno do eixo z de forma que P fique sobre o eixo y . O campo elétrico em E se altera.

Transformações:

Uma "bola metálica de raio R carregada positivamente posicionada na origem." satisfaz às cinco transformações?

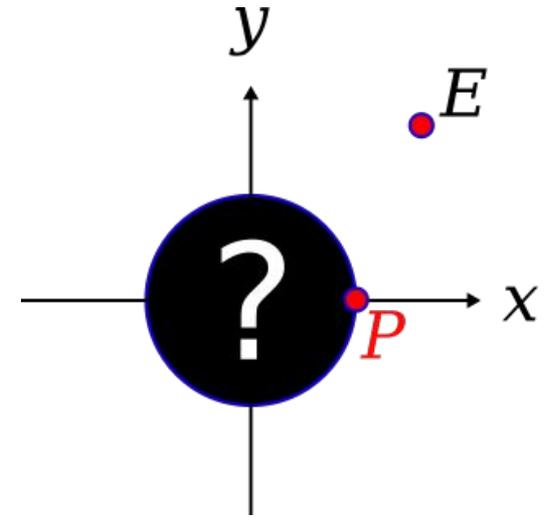


- A) o objeto é deslocado na direção do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- B) o objeto é girado em torno do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- C) o objeto é refletido em torno de $x=0$, invertendo todas as cargas de x positivo para x negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- D) o objeto é refletido em torno do plano xy , invertendo todas as cargas de y positivo para y negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- E) objeto é girado de 90° em torno do eixo z de forma que P fique sobre o eixo y . O campo elétrico em E se altera.



Transformações:

Um "fio metálico carregado e infinito paralelo ao eixo z ." **satisfaz às cinco transformações?**

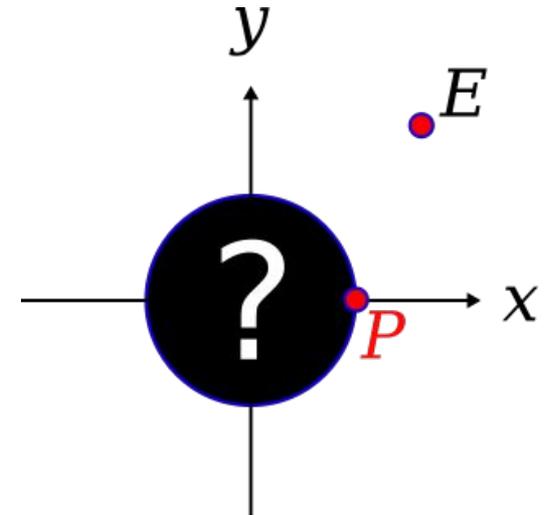


- A)** o objeto é deslocado na direção do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- B)** o objeto é girado em torno do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- C)** o objeto é refletido em torno de $x=0$, invertendo todas as cargas de x positivo para x negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- D)** o objeto é refletido em torno do plano xy , invertendo todas as cargas de y positivo para y negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- E)** objeto é girado de 90° em torno do eixo z de forma que P fique sobre o eixo y . O campo elétrico em E se altera.



Transformações:

Um "fio metálico carregado e infinito paralelo ao eixo x ." **satisfaz às cinco transformações?**

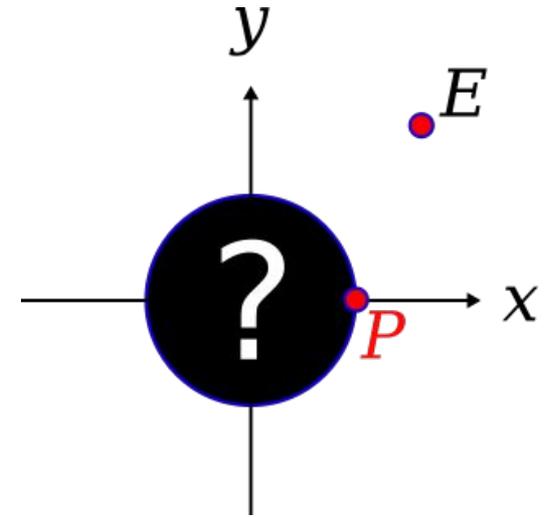


- A)** o objeto é deslocado na direção do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- B)** o objeto é girado em torno do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- C)** o objeto é refletido em torno de $x=0$, invertendo todas as cargas de x positivo para x negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- D)** o objeto é refletido em torno do plano xy , invertendo todas as cargas de y positivo para y negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- E)** objeto é girado de 90° em torno do eixo z de forma que P fique sobre o eixo y . O campo elétrico em E se altera.



Transformações:

Um "disco plano infinito carregado e paralelo ao plano zx ." **satisfaz às cinco transformações?**



- A)** o objeto é deslocado na direção do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- B)** o objeto é girado em torno do eixo x e o campo elétrico em E não se altera.
- C)** o objeto é refletido em torno de $x=0$, invertendo todas as cargas de x positivo para x negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- D)** o objeto é refletido em torno do plano xy , invertendo todas as cargas de y positivo para y negativo e vice versa. O campo elétrico em E não se altera.
- E)** objeto é girado de 90° em torno do eixo z de forma que P fique sobre o eixo y . O campo elétrico em E se altera.

A Lei de Gauss

Os argumentos de simetria nos ajudam a resolver problemas de cálculo de campo elétrico...

Lembrando que tudo que sabemos é:

- Todo campo elétrico aponta para fora de cargas positivas, e em direção às cargas negativas.
- O campo elétrico exerce uma força elétrica sobre qq carga elétrica.

O simples fato das simetrias permitirem eliminar possíveis formas do campo algumas vezes é tão importante quanto determinar a forma do campo. Pelo processo de eliminação podemos até concluir, com exatidão, a forma do campo...



A Lei de Gauss

Entretanto, a forma do campo não é tudo.

Considerando essa abordagem de simetria, falta agora desenvolvermos uma maneira de calcular a intensidade do campo elétrico...

$$\vec{E} \propto \vec{r} \quad ???$$

$$\vec{E} \propto \frac{1}{r} \vec{r} \quad ???$$

$$\vec{E} \propto \frac{1}{r^2} \vec{r} \quad ???$$

Veremos a partir daqui que o conceito de **fluxo elétrico** será fundamental para (em casos de simetria) determinarmos o campo elétrico em muitos sistemas de cargas.





A Lei de Gauss

Cálculo do fluxo de campo elétrico

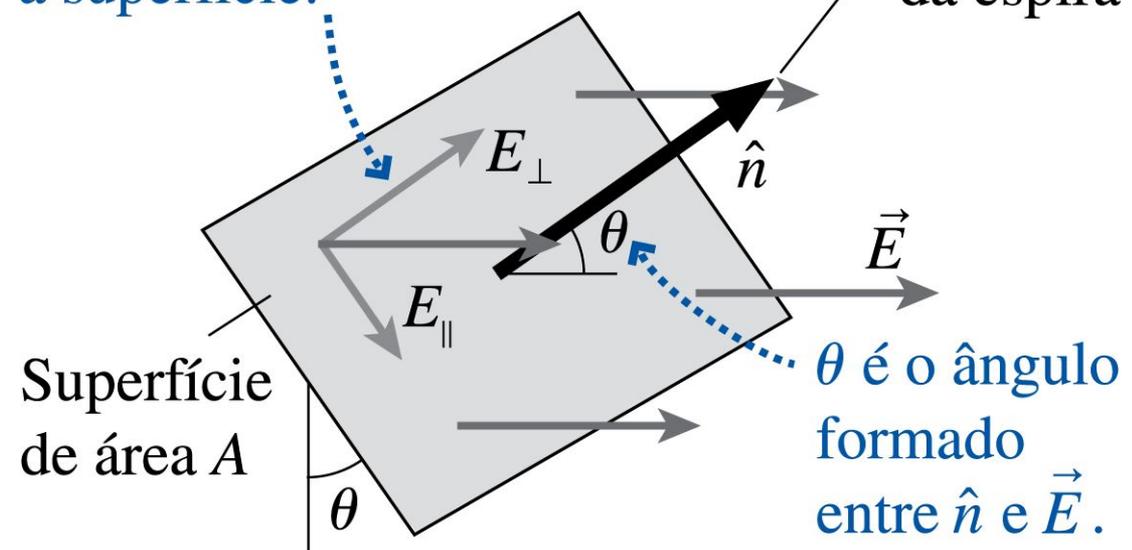
O fluxo elétrico é uma quantidade de campo elétrico que atravessa uma área A .

Matematicamente, podemos escrever:

$$\begin{aligned}\Phi_e &\equiv \vec{E} \cdot \vec{A} \\ &= E_{\perp} A \\ &= EA \cos \theta\end{aligned}$$

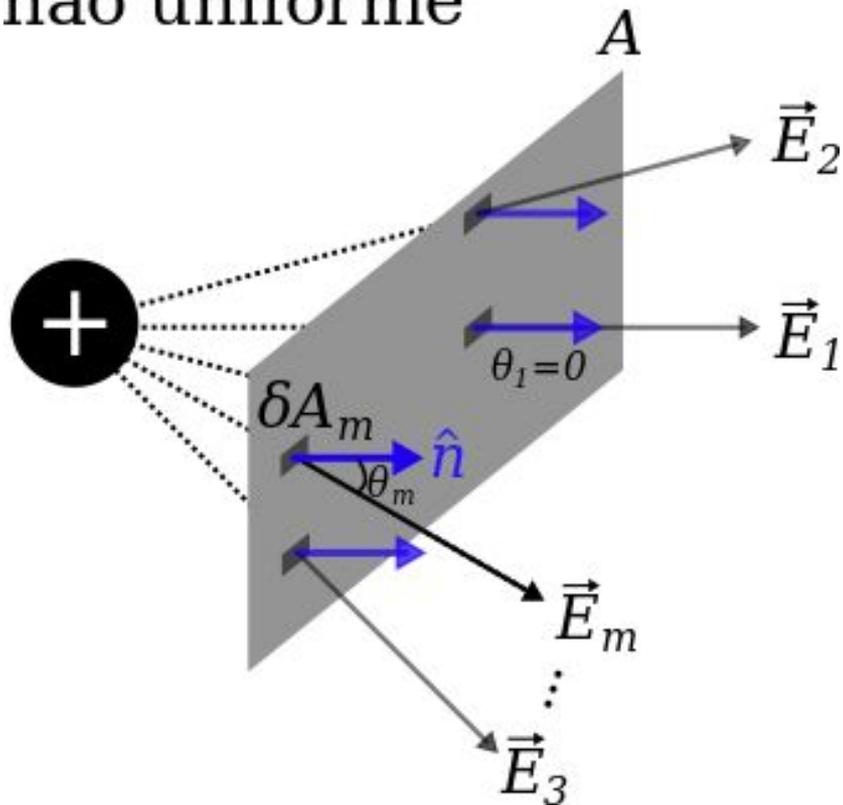
$E_{\perp} = E \cos \theta$ é o componente do campo elétrico que atravessa a superfície.

Normal ao plano da espira



A Lei de Gauss

Campo Elétrico não uniforme

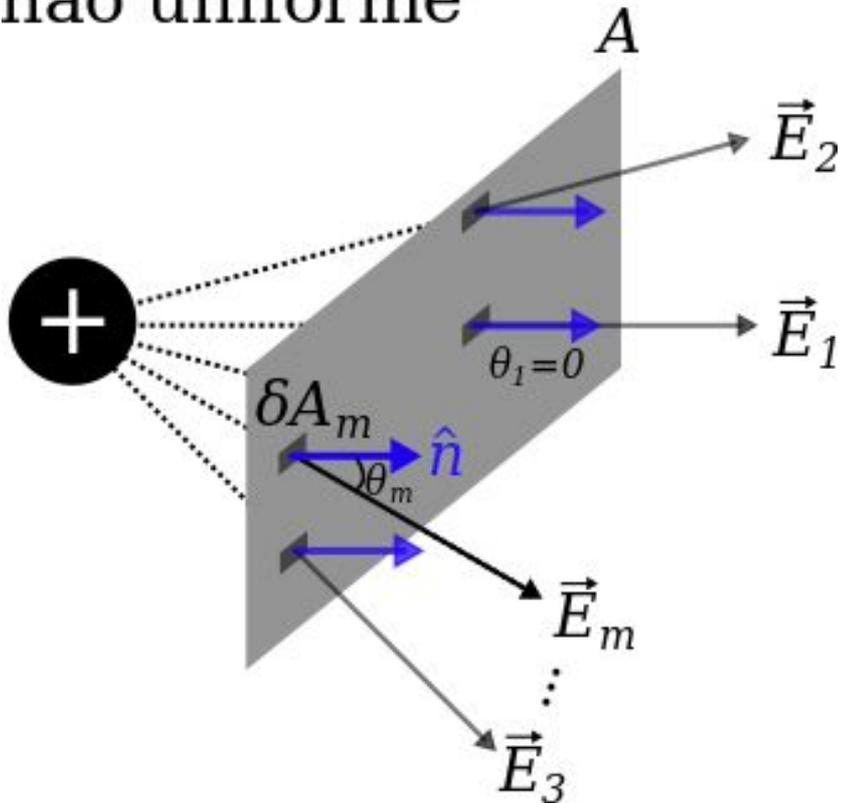


O fluxo elétrico sobre uma superfície pode ser calculado como a soma dos fluxos através de pequenos pedaços da superfície.

$$\begin{aligned}
 \Phi_e &= \delta\Phi_1 + \delta\Phi_2 + \dots + \delta\Phi_m \\
 &= \sum_{i=1}^m \delta\Phi_i \\
 &= \sum_{i=1}^m \vec{E}_i \cdot \delta\vec{A}_i
 \end{aligned}$$

A Lei de Gauss

Campo Elétrico não uniforme



O fluxo elétrico sobre uma superfície pode ser calculado como a soma dos fluxos através de pequenos pedaços da superfície.

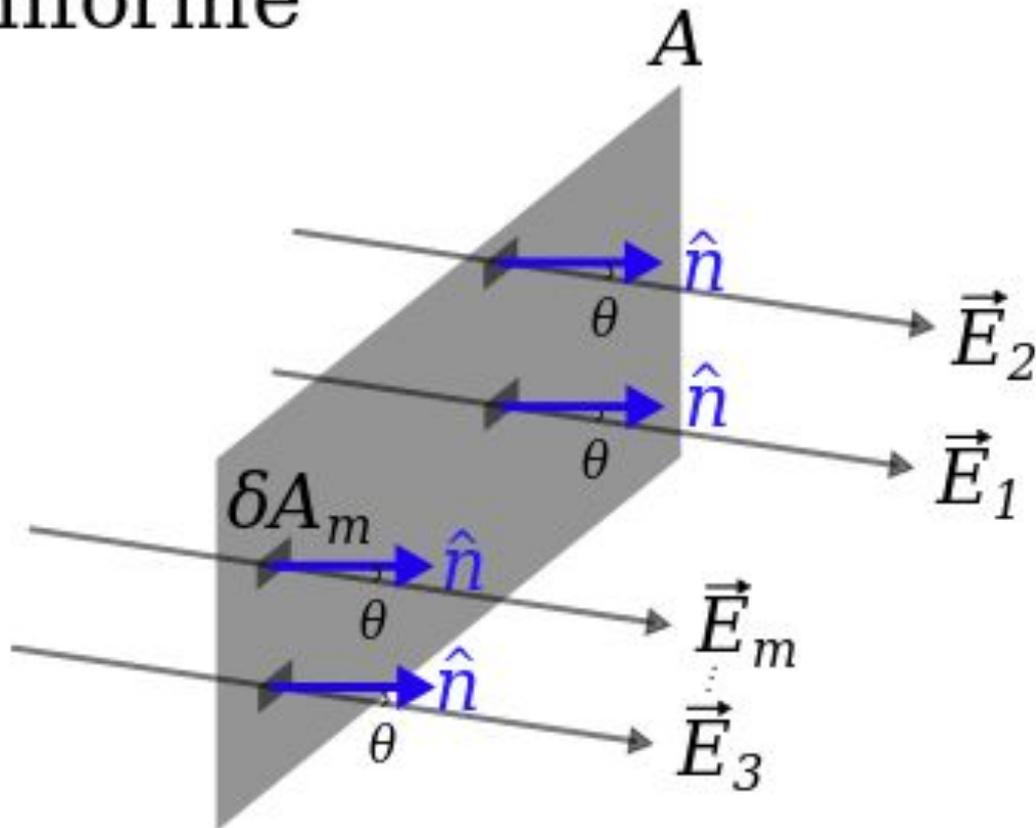
$$\begin{aligned}
 \Phi_e &= \delta\Phi_1 + \delta\Phi_2 + \dots + \delta\Phi_m \\
 &= \sum_{i=1}^m \delta\Phi_i \\
 &= \sum_{i=1}^m \vec{E}_i \cdot \delta\vec{A}_i
 \end{aligned}$$

Fazendo $\delta\vec{A} \rightarrow d\vec{A}$

$$\Phi_e = \int_{sup} \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

A Lei de Gauss

Campo Elétrico uniforme

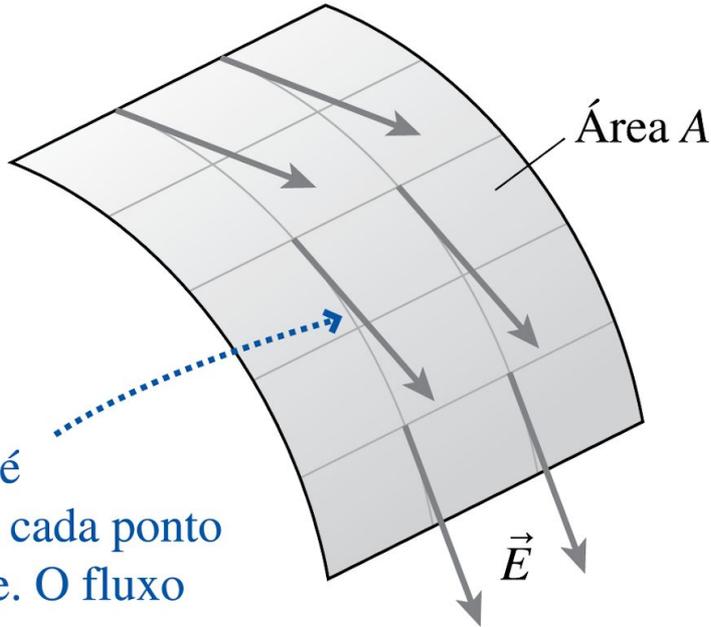


$$\begin{aligned}
 \Phi_e &= \int_{sup} \vec{E} \cdot d\vec{A} \\
 &= \int_{sup} E \cos \theta dA \\
 &= E \cos \theta \int_{sup} dA \\
 &= E \cos \theta A
 \end{aligned}$$

A Lei de Gauss

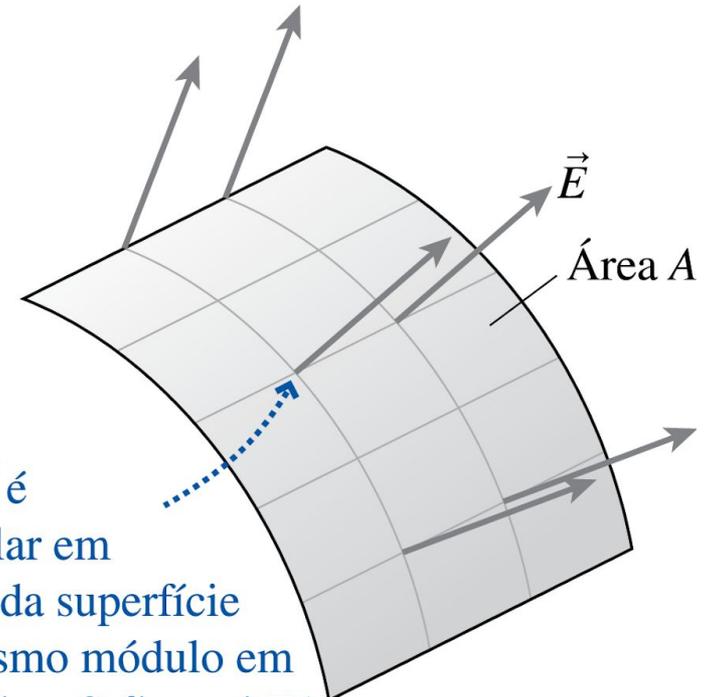
Fluxo através de uma superfície curva: dois casos especiais

$$\vec{E} \parallel \textit{superfície}$$



O campo \vec{E} é tangente em cada ponto da superfície. O fluxo é nulo.

$$\vec{E} \perp \textit{superfície}$$



O campo \vec{E} é perpendicular em cada ponto da superfície e tem o mesmo módulo em cada um deles. O fluxo é EA .

A Lei de Gauss

Fluxo através de uma superfície curva:

caso: $\vec{E} \perp$ superfície

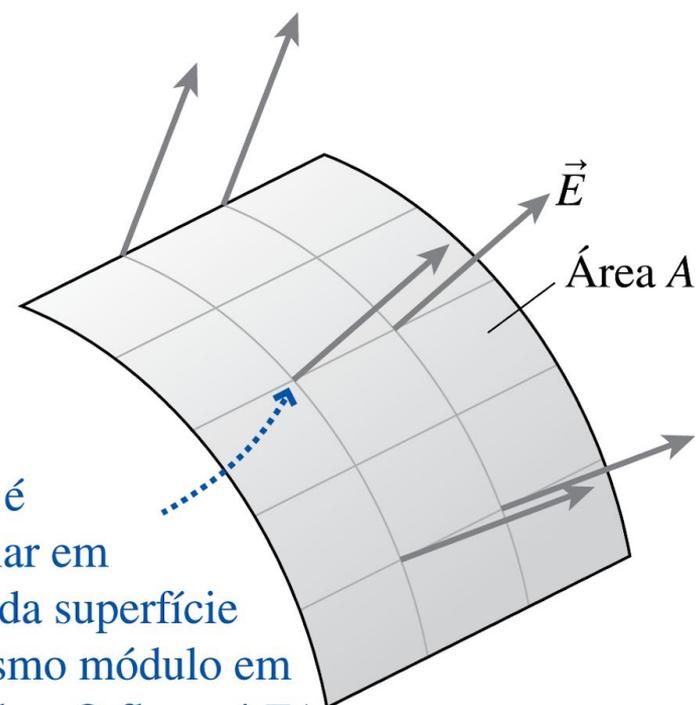
$$\Phi_e = \int_{sup} \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$= \int_{sup} E \cos \theta dA$$

$$= E \int_{sup} dA$$

$$= EA$$

(b)

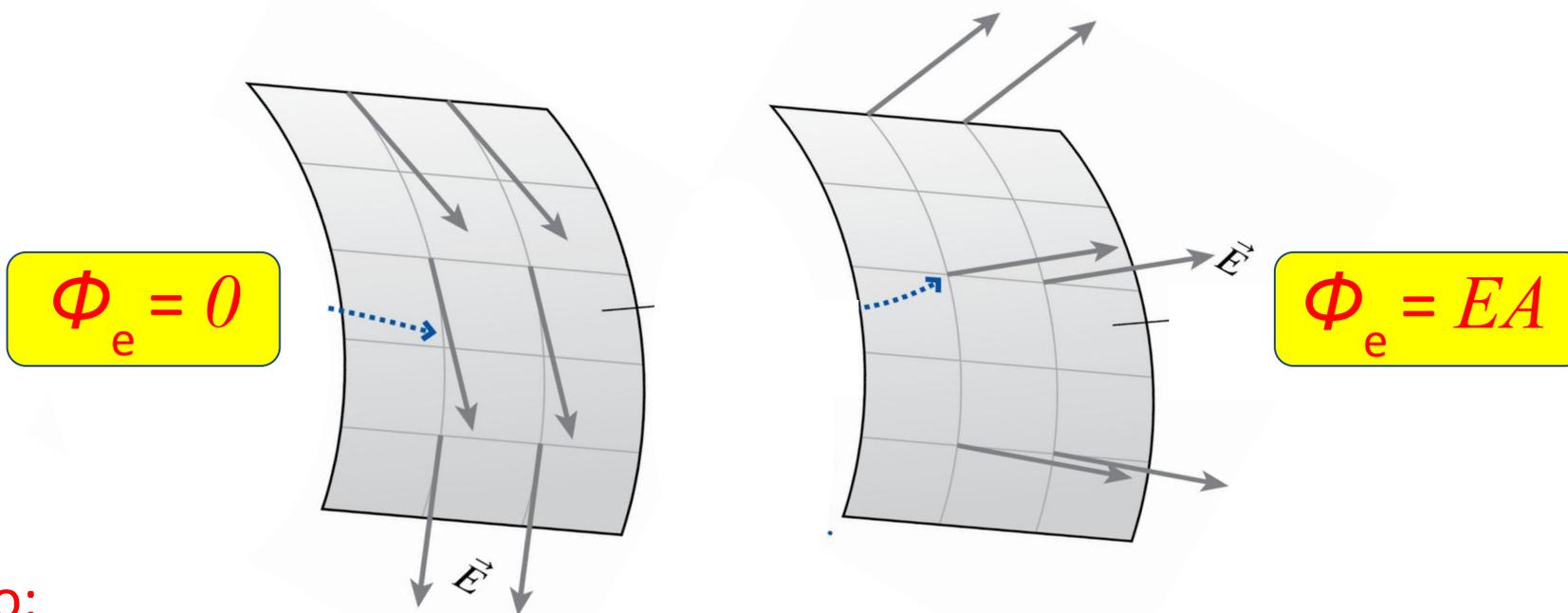


O campo \vec{E} é perpendicular em cada ponto da superfície e tem o mesmo módulo em cada um deles. O fluxo é EA .

O fato de o módulo do campo elétrico ser cte em toda a superfície nos permitiu sacar para fora da integral o valor cte de E ...

A Lei de Gauss

Fluxo através de uma superfície curva: dois casos especiais



Em resumo:

- Se o campo elétrico for tangente a uma superfície em todos os pontos da mesma, o fluxo elétrico através da superfície será $\Phi_e = 0$.
- Se o campo elétrico for perpendicular a uma superfície em qualquer ponto da mesma e tiver mesmo módulo em qualquer ponto, o fluxo através da superfície será $\Phi_e = EA$.



Teste conceitual 1

Um retângulo de área A situa-se no plano xz . Quanto valerá Φ_e se

$$\vec{E} = (E_{0x} \hat{i} + E_{0y} \hat{k})$$

- A) 0
- B) $E_{0x} A$
- C) $E_{0y} A$
- D) $(E_{0x} + E_{0y}) A$



A Lei de Gauss

Teste pré-aula

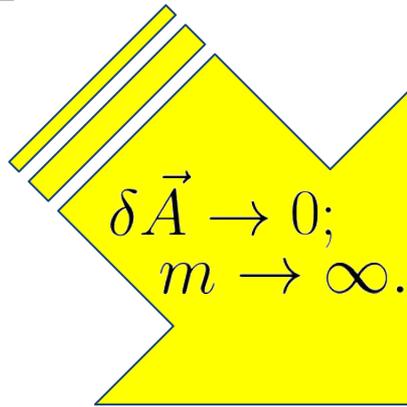
Quanto vale o fluxo do campo elétrico $(24 \text{ N/C})\hat{i} + (30 \text{ N/C})\hat{j} + (16 \text{ N/C})\hat{k}$ através de uma porção de $2,0 \text{ m}^2$ do plano yz ?



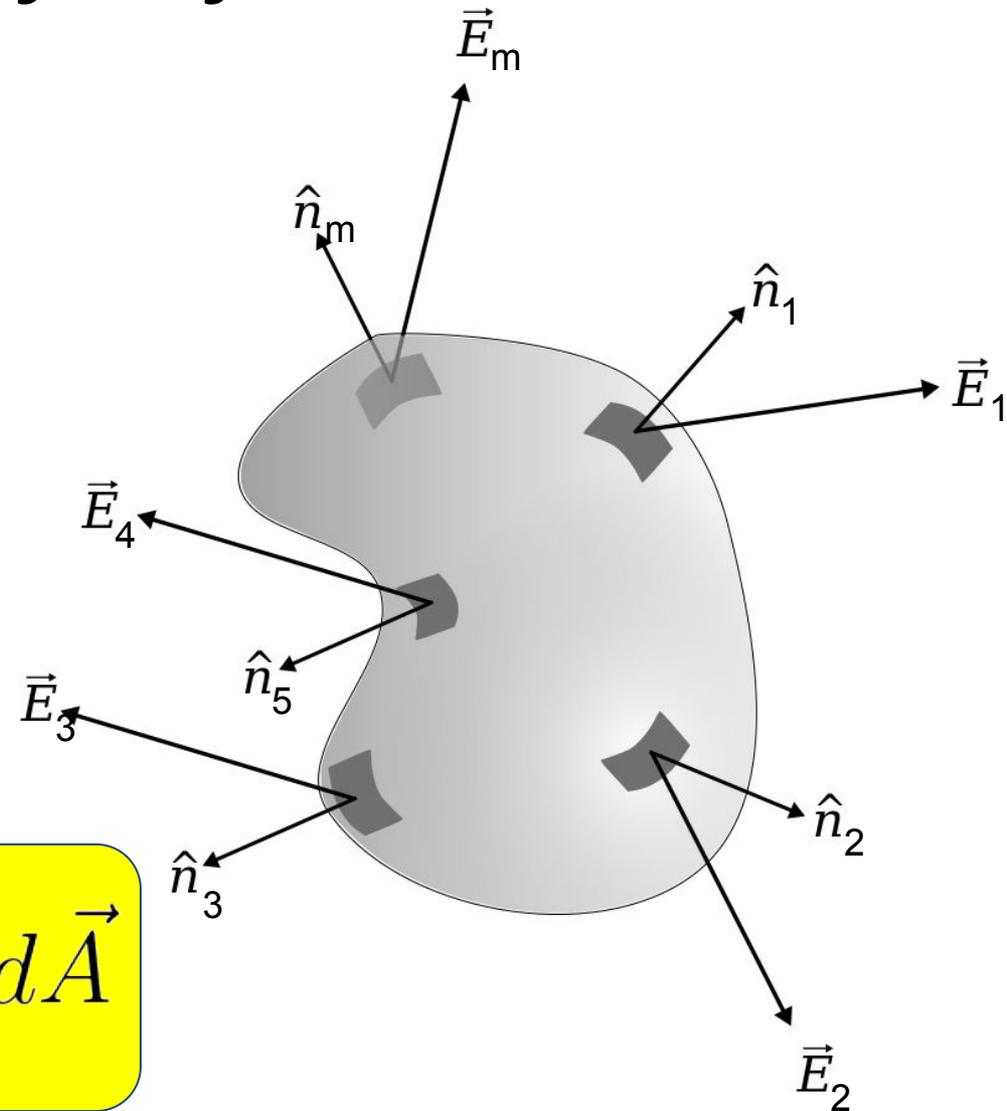
A Lei de Gauss

Fluxo através de uma *superfície fechada*:

$$\begin{aligned}\Phi_e &= \delta\Phi_1 + \delta\Phi_2 + \dots + \delta\Phi_m \\ &= \sum_{i=1}^m \delta\Phi_i \\ &= \sum_{i=1}^m \vec{E}_i \cdot \delta\vec{A}_i\end{aligned}$$



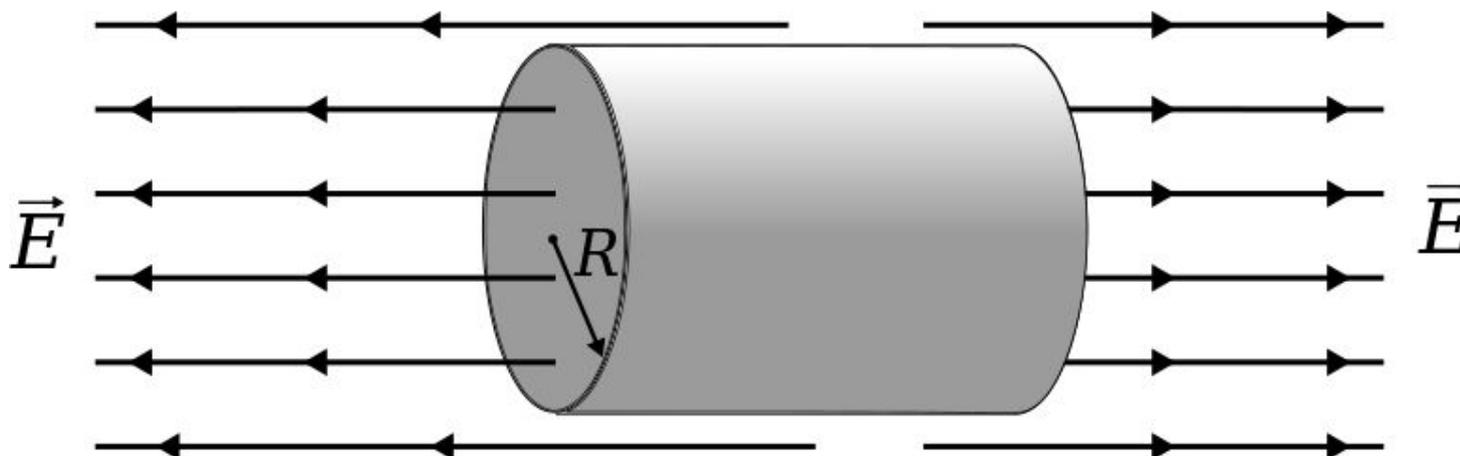
$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A}$$



Nota: O vetor $d\vec{A}$ sempre aponta para fora da superfície. Isso remove uma ambiguidade que estava presente quando tratamos de sup aberta.

Teste conceitual 3

Quanto vale o fluxo elétrico resultante através do cilindro abaixo?



- A) 0
- B) $E\pi R^2$
- C) $E2\pi R$
- D) $E2\pi R^2$

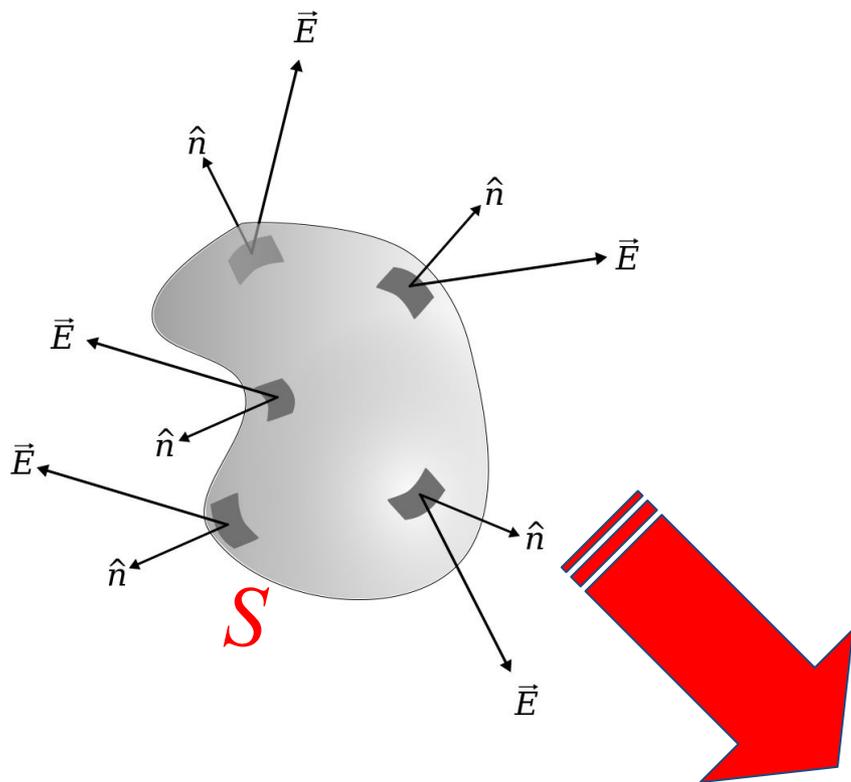
Motivos para estudar a Lei de Gauss

- **Permite calcular o campo elétrico em distribuições simétricas com grande facilidade.**
- **Permite o cálculo de campo elétrico qdo a distribuição de cargas está em movimento, o que a Lei de Coulomb não permite*.**

*Em casos em que $v \ll c$, podemos utilizar a Lei de Coulomb para calcular o campo elétrico.

A Lei de Gauss

O fluxo através de uma *superfície fechada*: está relacionado com a carga dentro da Superfície.

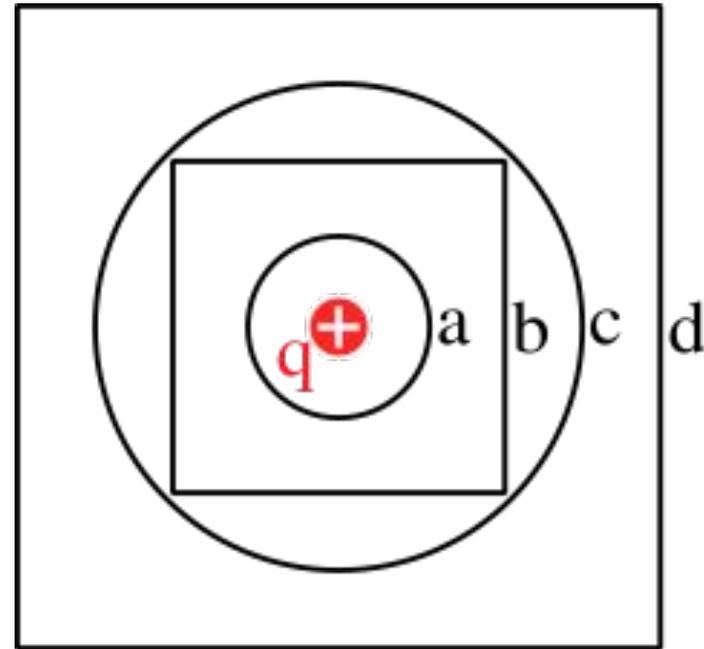


$$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = Q/\epsilon_0$$

A Lei de Gauss

Teste conceitual 4

A fig. mostra, em seção reta, duas esferas e dois cubos gaussianos. Podemos dizer que



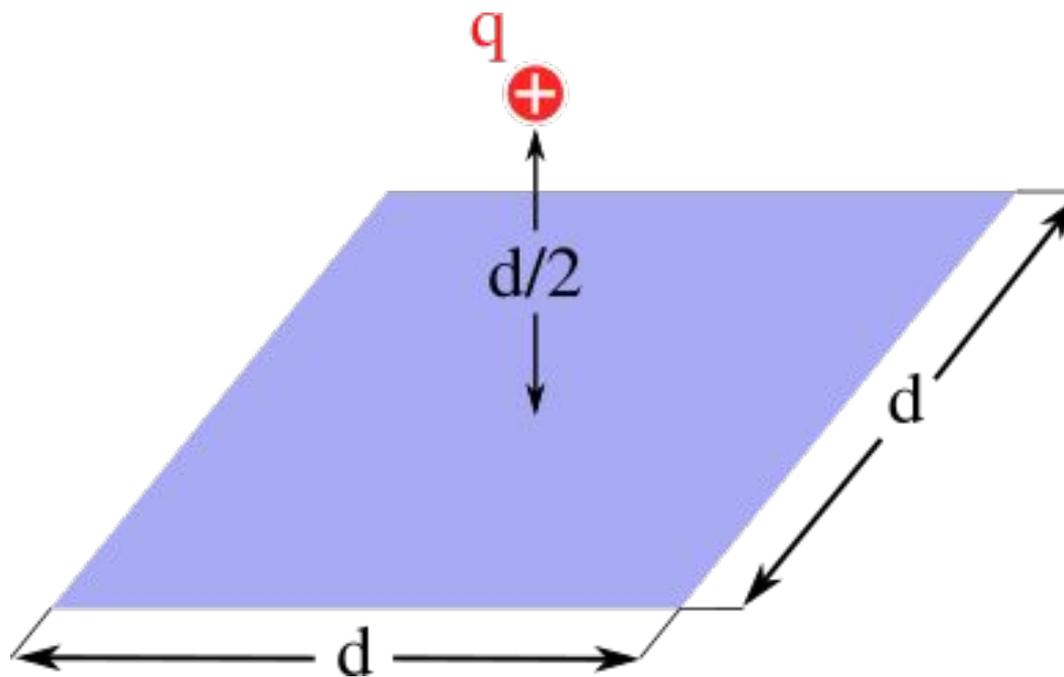
- A) $\Phi_a > \Phi_b > \Phi_c > \Phi_d$
- B) $\Phi_a < \Phi_b < \Phi_c < \Phi_d$
- C) $\Phi_a = \Phi_b = \Phi_c = \Phi_d$
- D) $\Phi_a = \Phi_c > \Phi_b = \Phi_d$

A Lei de Gauss

Teste conceitual 5

Uma partícula positiva se encontra a $d/2$ de um plano quadrado de lado d . Podemos afirmar que

- A) $\Phi = q/6\epsilon_0$
- B) $\Phi = q/4\epsilon_0$
- C) $\Phi = q/\epsilon_0$
- D) $\Phi = 0$



Uma carga pontual: Determinando o campo via Lei de Gauss

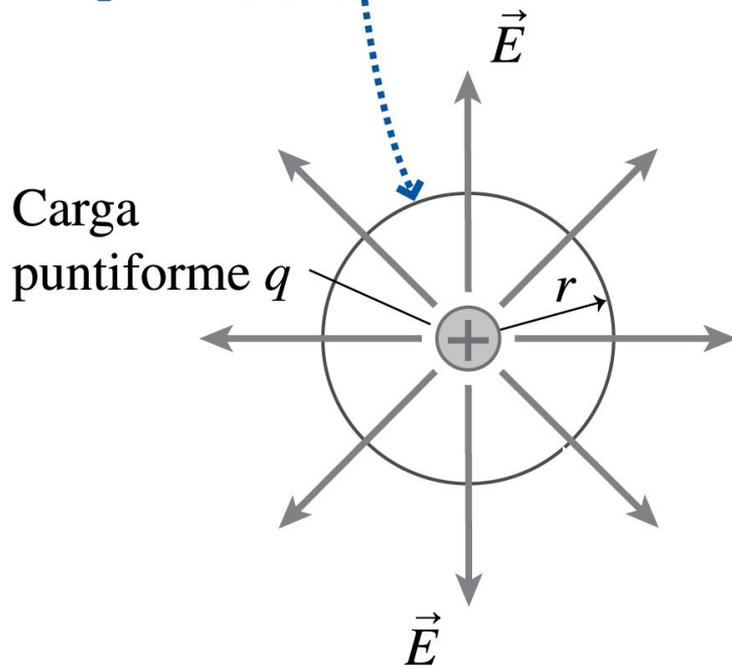
 . $\vec{E}_p = ???$



A Lei de Gauss

Uma carga pontual: Determinando o campo via Lei de Gauss

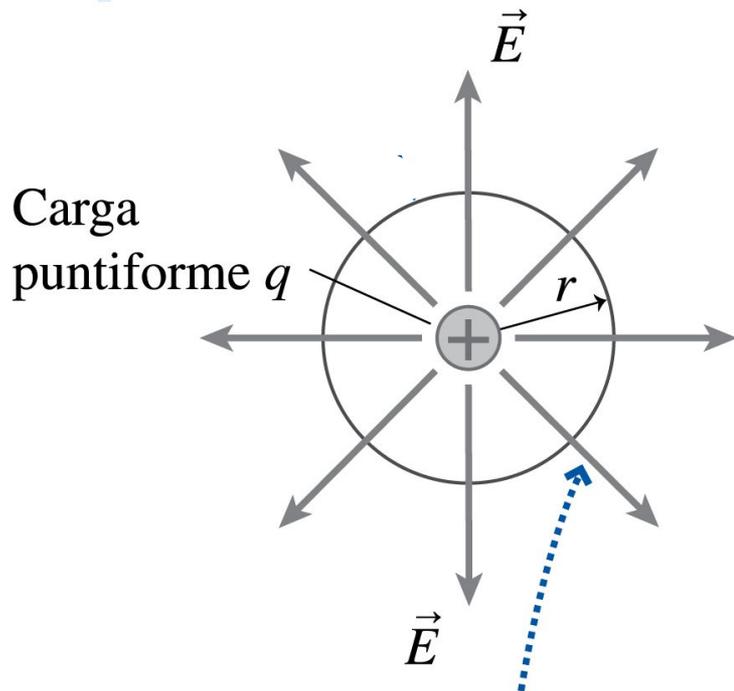
Secção transversal de uma **esfera gaussiana de raio r** . Trata-se de uma superfície matemática, e não, de uma superfície material.



1ª coisa: escolher a sup. gaussiana adequada a simetria do problema

A Lei de Gauss

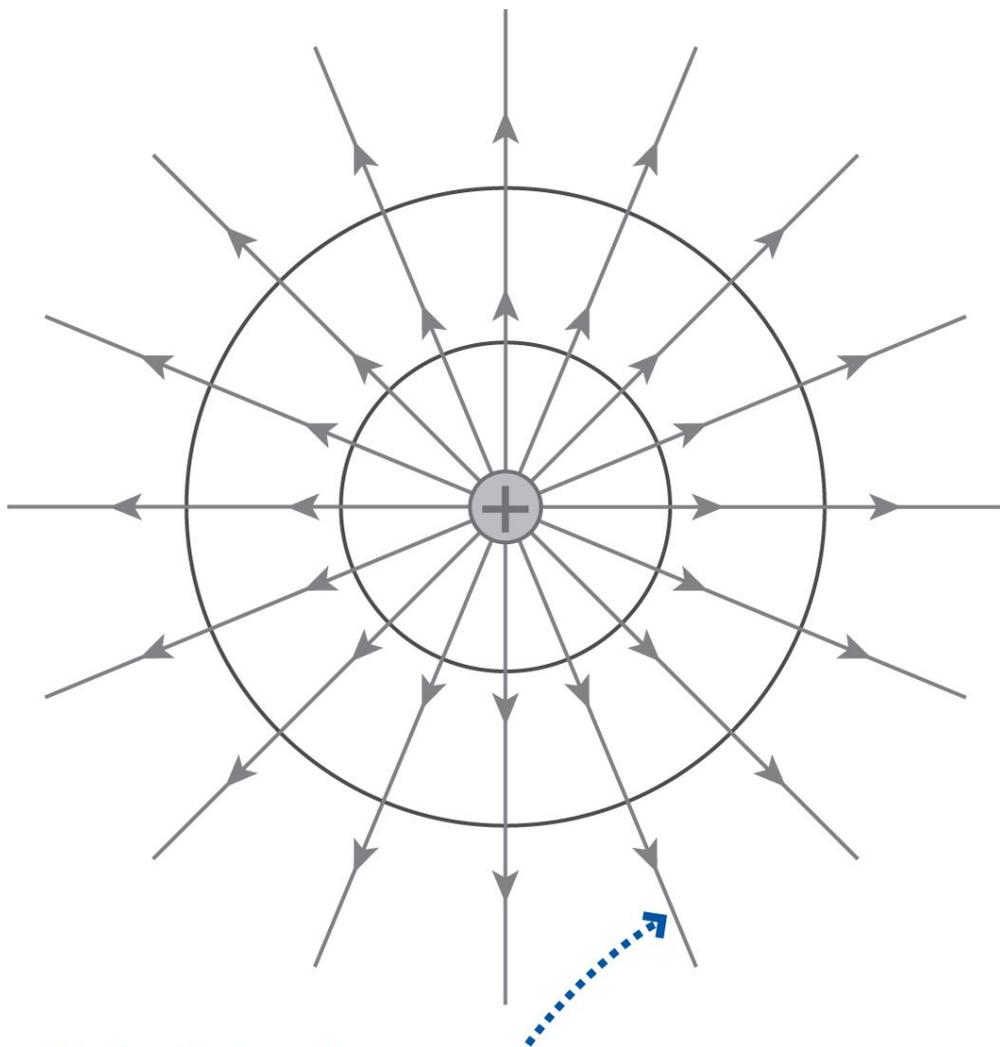
Uma carga pontual: Determinando o campo via Lei de Gauss



O campo elétrico é perpendicular à superfície e tem o mesmo módulo em qualquer ponto da mesma.

$$\begin{aligned}
 \Phi_e &= \int_{sup} \vec{E} \cdot d\vec{A} \\
 &= \int_{sup} E \cos 0^\circ dA \\
 &= E \cos 0^\circ A_{esfera} \\
 &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} 4\pi r^2 \\
 &= q/\epsilon_0
 \end{aligned}$$

A Lei de Gauss

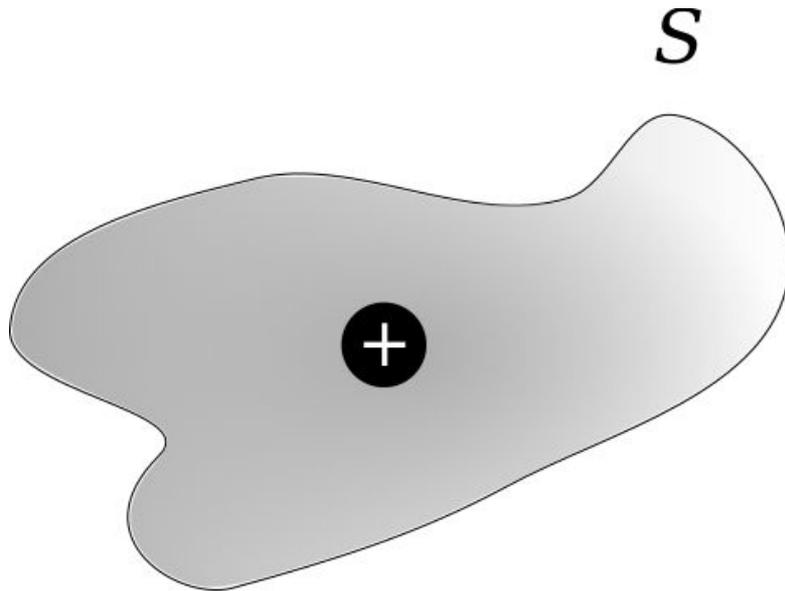


Toda linha de campo que atravessa uma pequena esfera também passará através de uma esfera grande. Aqui, o fluxo através das duas esferas é o mesmo.

O resultado anterior não depende de r ...

$$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = Q/\epsilon_0$$

A Lei de Gauss



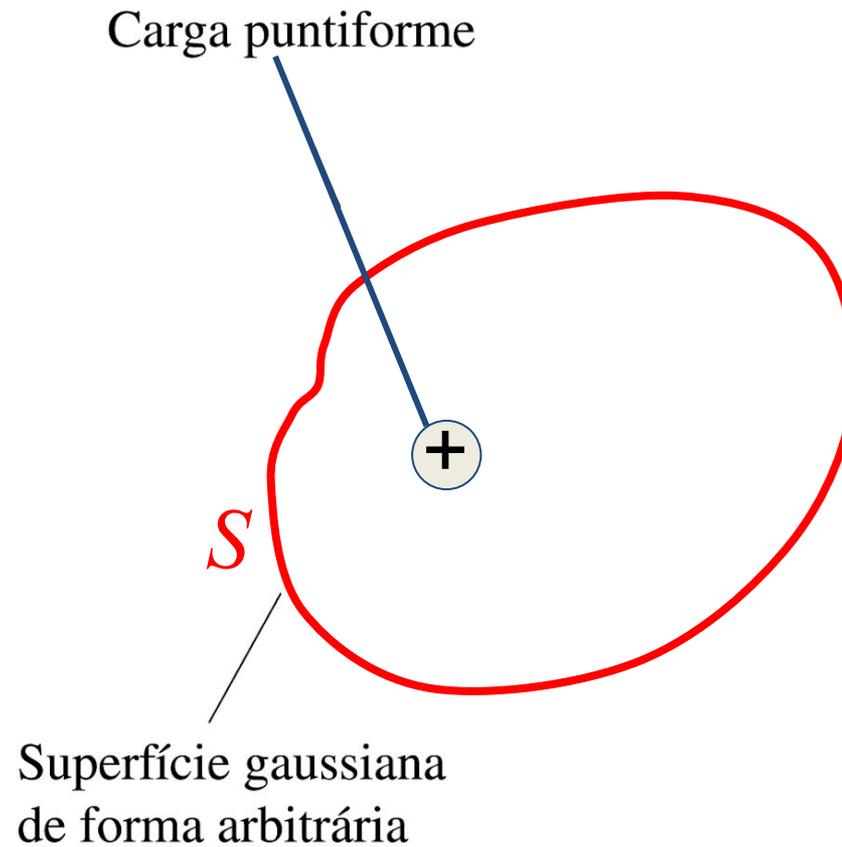
$$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = Q/\epsilon_0$$

O resultado não depende da forma da superfície S .



A Lei de Gauss

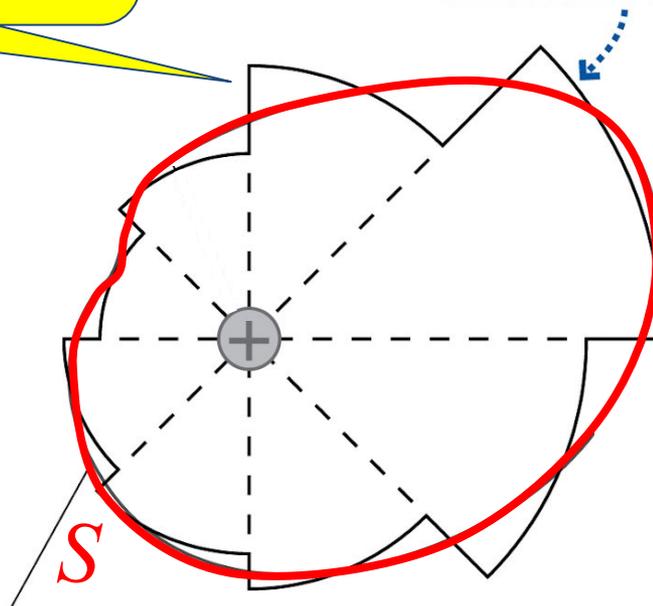
O Fluxo é independente de S



O Fluxo é independente de S

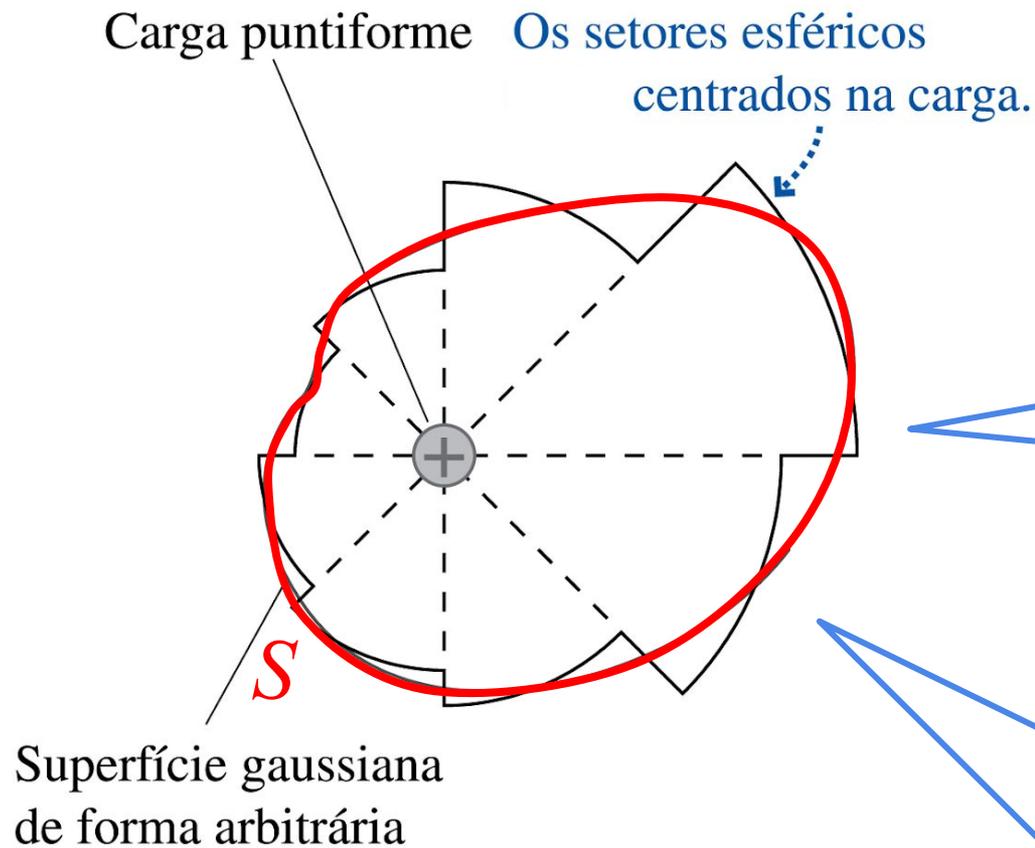
Aproximando a curva arbitrária
a infinitos setores esféricos

Os setores esféricos
centrados na carga.



Superfície gaussiana
de forma arbitrária

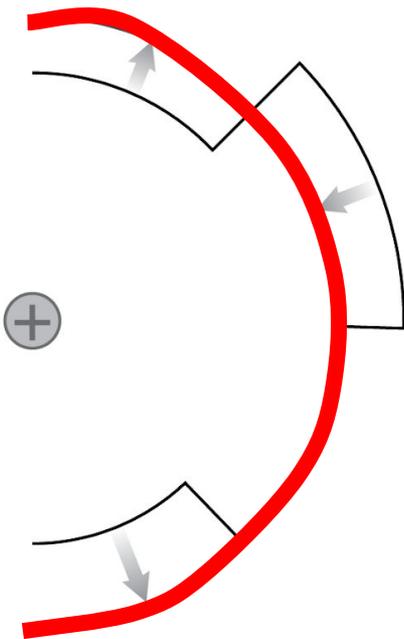
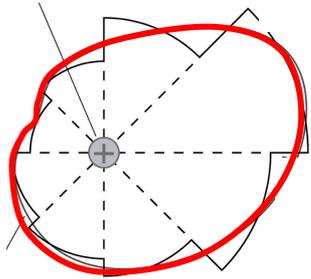
O Fluxo é independente de S



Os setores radiais situam-se ao longo de linhas retas que se estendem radialmente para fora da carga. Não há fluxo através de tais setores.

A aproximação por setores radiais e esféricos pode ser tão boa quanto se deseje, desde que os setores sejam suficientemente pequenos.

O Fluxo é independente de S

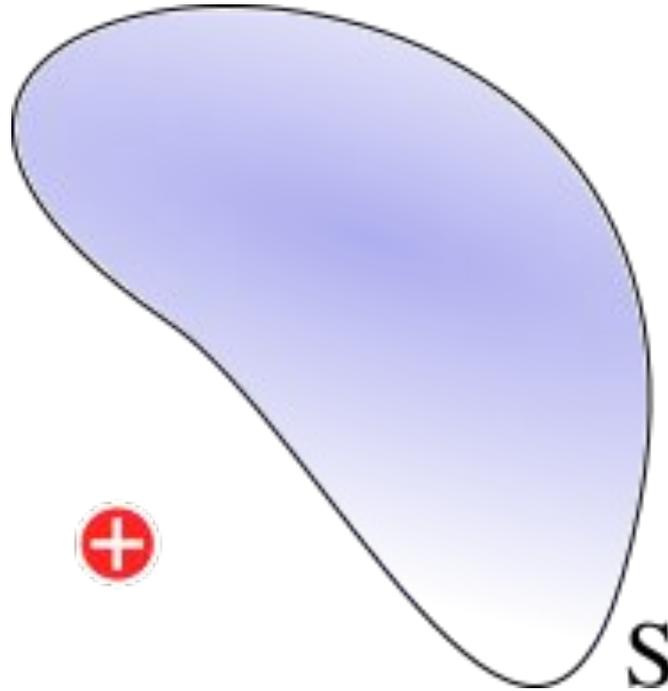


Os setores esféricos podem ser deslocados para dentro ou para fora a fim de formar uma esfera completa. Assim, o fluxo através de todos os setores é igual ao fluxo através de uma esfera completa.

$$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = Q/\epsilon_0$$

A Lei de Gauss

Carga fora da superfície S



$$\Phi_e = ???$$

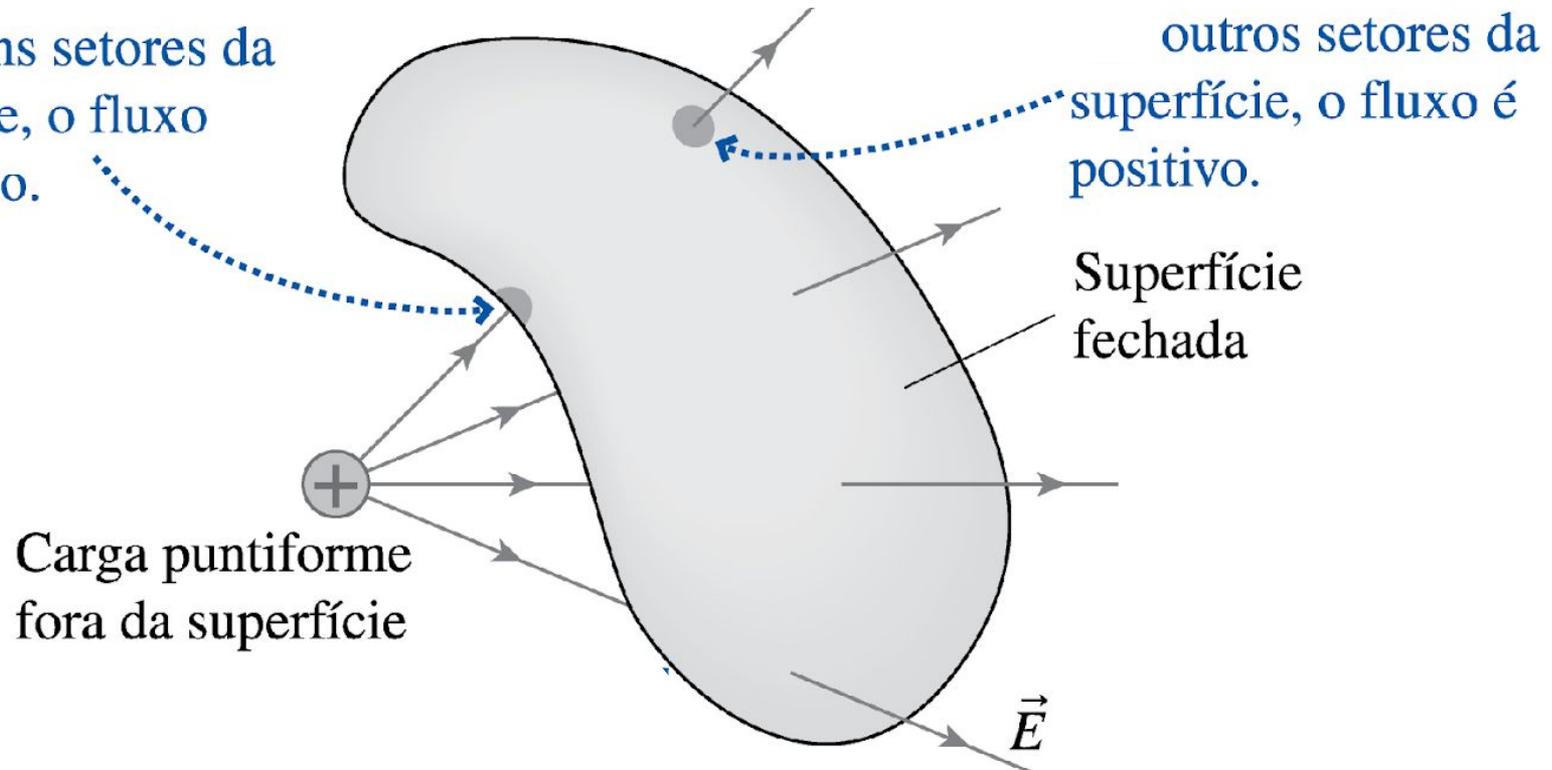


A Lei de Gauss

Carga fora da superfície S

Em alguns setores da superfície, o fluxo é negativo.

outros setores da superfície, o fluxo é positivo.

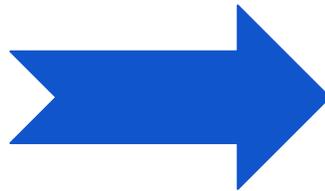
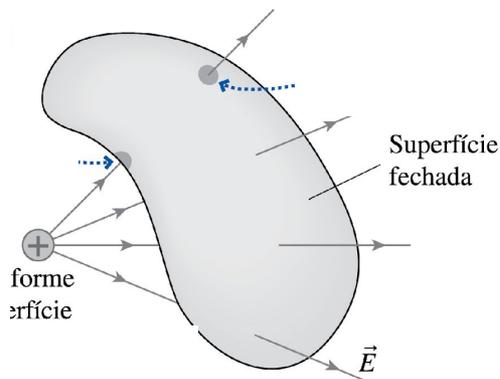


$$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = Q/\epsilon_0 = 0$$

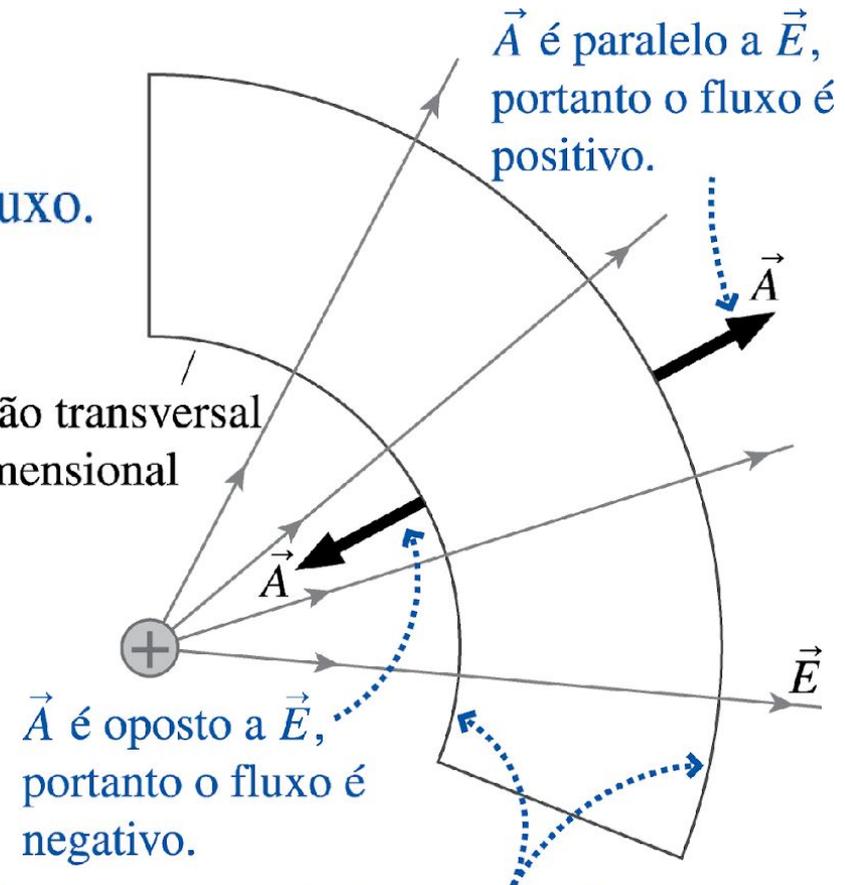
A Lei de Gauss

Carga fora da superfície S

Aproximar esta superfície por setores esféricos e radiais permite que ela seja reconstruída como a superfície da direita, que corresponde ao mesmo fluxo.



Secção transversal bidimensional

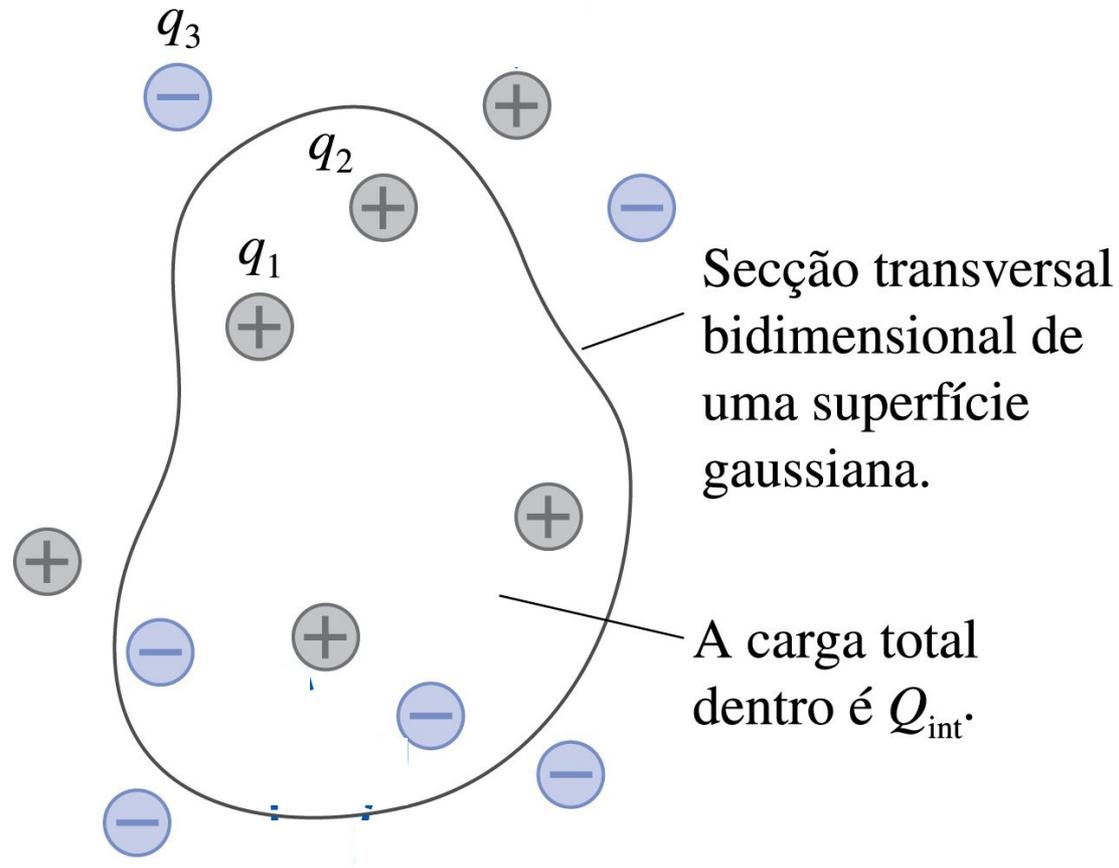


Os fluxos através dessas superfícies são iguais, mas opostos. O fluxo líquido é nulo.

$$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = Q/\epsilon_0 = 0.$$

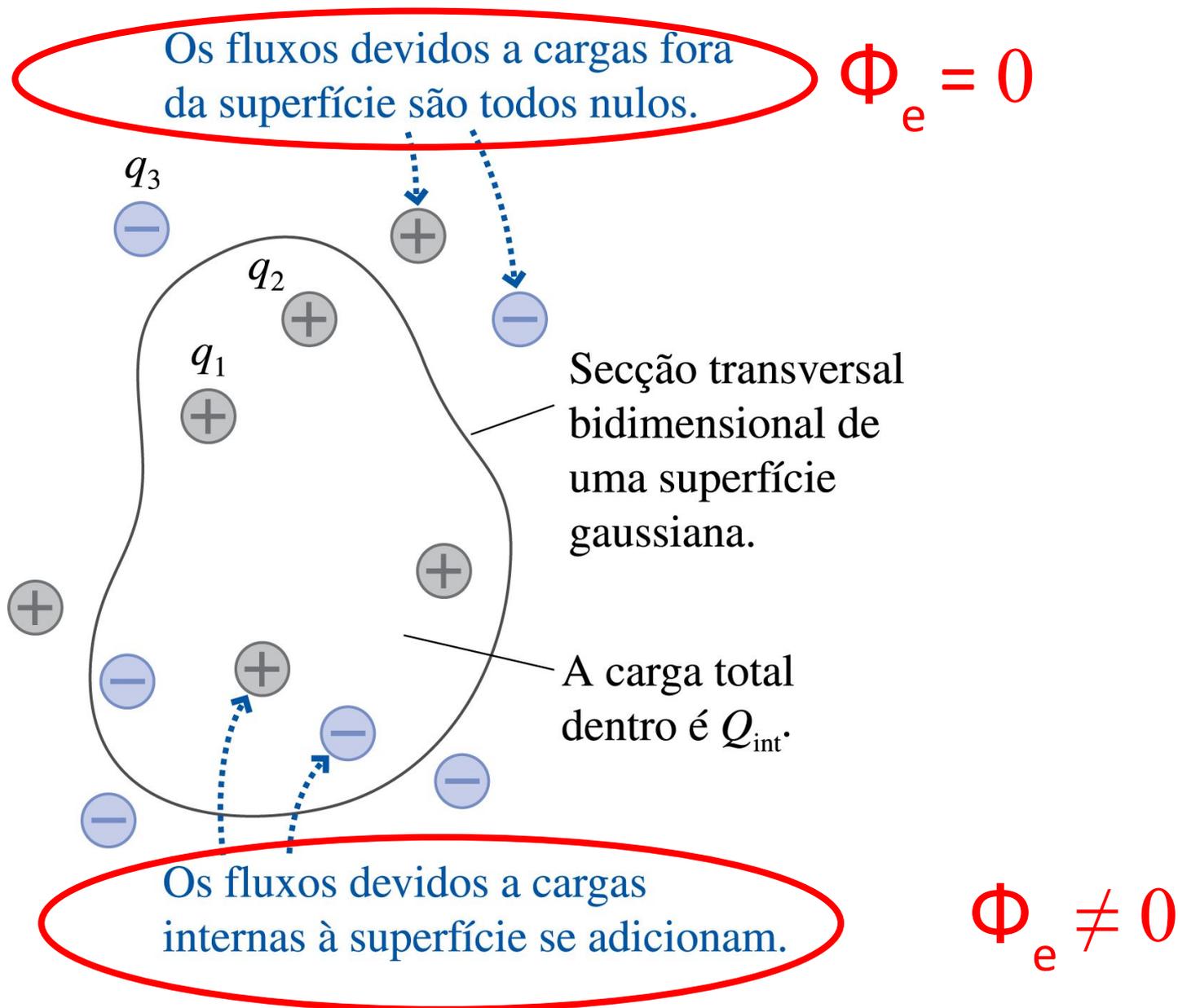
Cargas Múltiplas

$$\Phi_e = ???$$



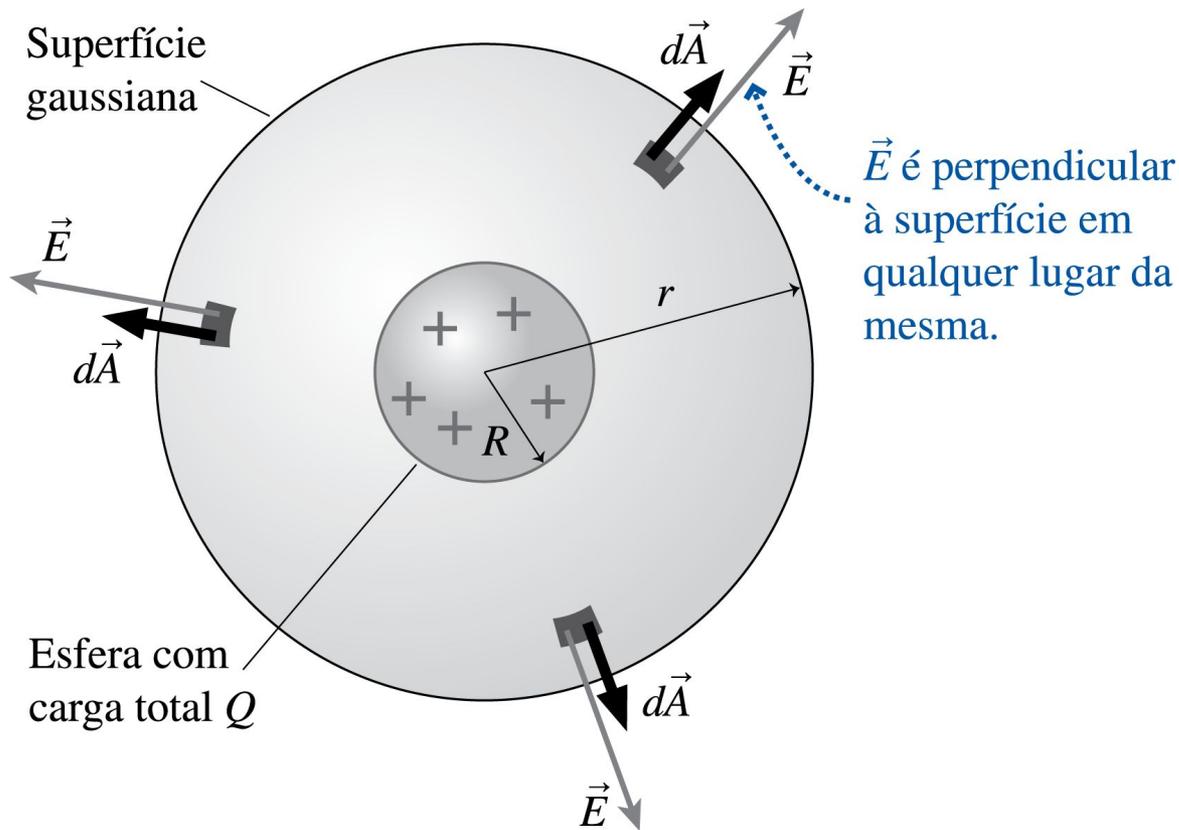
A Lei de Gauss

Cargas Múltiplas



A Lei de Gauss

Esfera carregada = carga pontual...



$$\Phi_e = \int_{sup} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$EA_{esfera} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

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

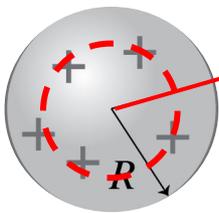
$$\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$$



A Lei de Gauss

Distribuição esférica e homogênea de cargas...

Considere a esfera de raio R e carga Q



Q' : carga dentro da gaussiana

$$\Phi_e = \int_{sup} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q'}{\epsilon_0}$$

$$E A_{esfera} = \frac{Q'}{\epsilon_0}$$

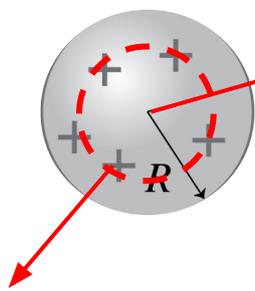
$$4\pi r^2 E = \frac{Q'}{\epsilon_0}$$



A Lei de Gauss

Distribuição esférica e homogênea de cargas...

Considere a esfera de raio R e carga Q



Q' : carga dentro da gaussiana

$$\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^3} r \hat{r}$$

$$\Phi_e = \int_{sup} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q'}{\epsilon_0}$$

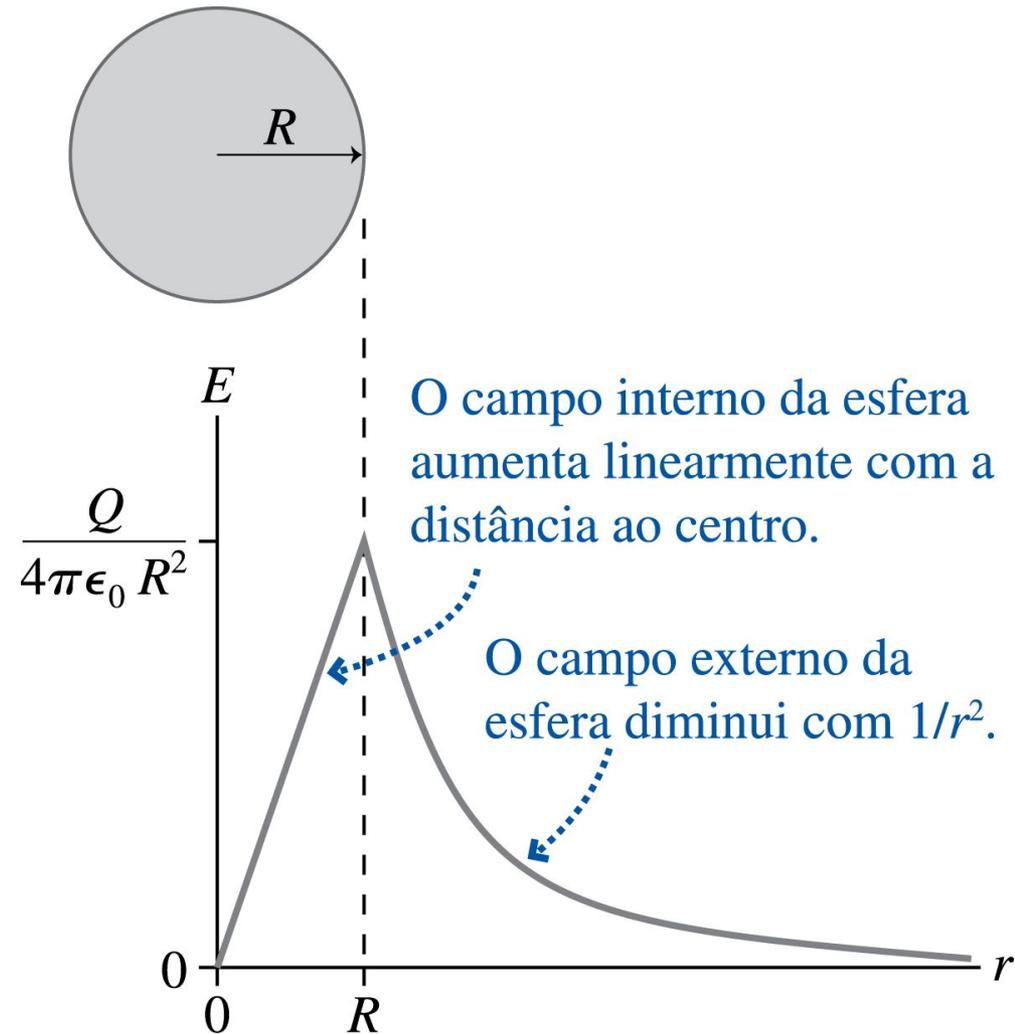
$$E A_{esfera} = \frac{Q'}{\epsilon_0}$$

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

A Lei de Gauss

Distribuição esférica e homogênea de cargas...

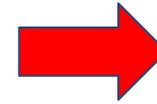
$$\vec{E} = \begin{cases} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^3} r \hat{r} & r \in [0, R] \\ \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} & r \in]R, \infty[\end{cases}$$



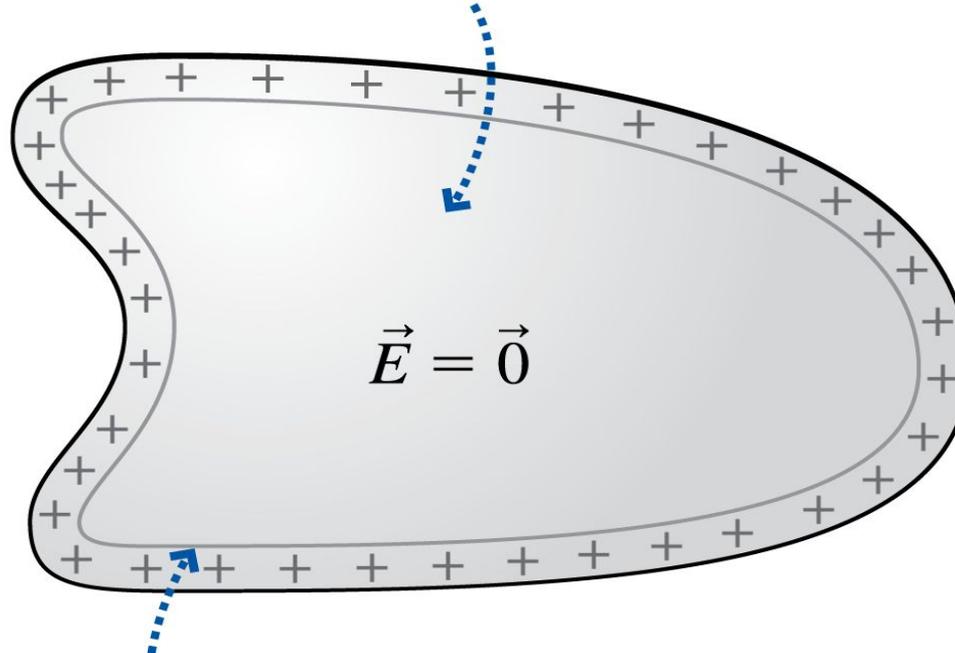


Condutores em equilíbrio eletrostático...

O campo elétrico é nulo no interior do condutor.



Por quê?

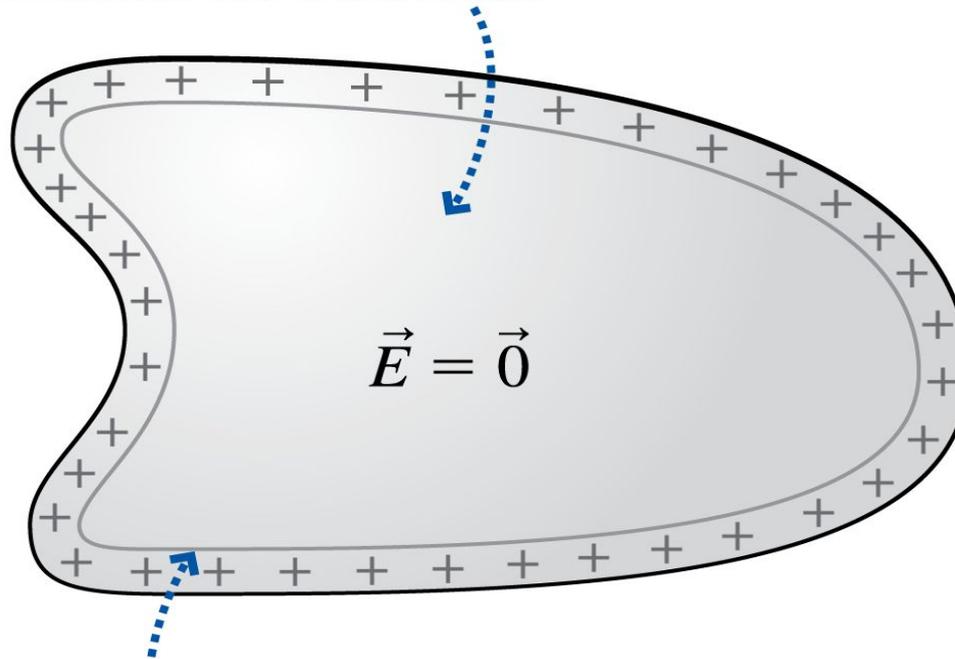


superfície gaussiana

A Lei de Gauss

Condutores em equilíbrio eletrostático...

O campo elétrico é nulo no interior do condutor.



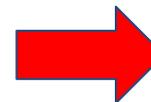
O fluxo através da superfície gaussiana é nulo. Não há carga líquida no interior do condutor. Portanto, todo o excesso de carga está na superfície.

Caso contrário, haveria corrente elétrica indicando que o condutor não está em equilíbrio.

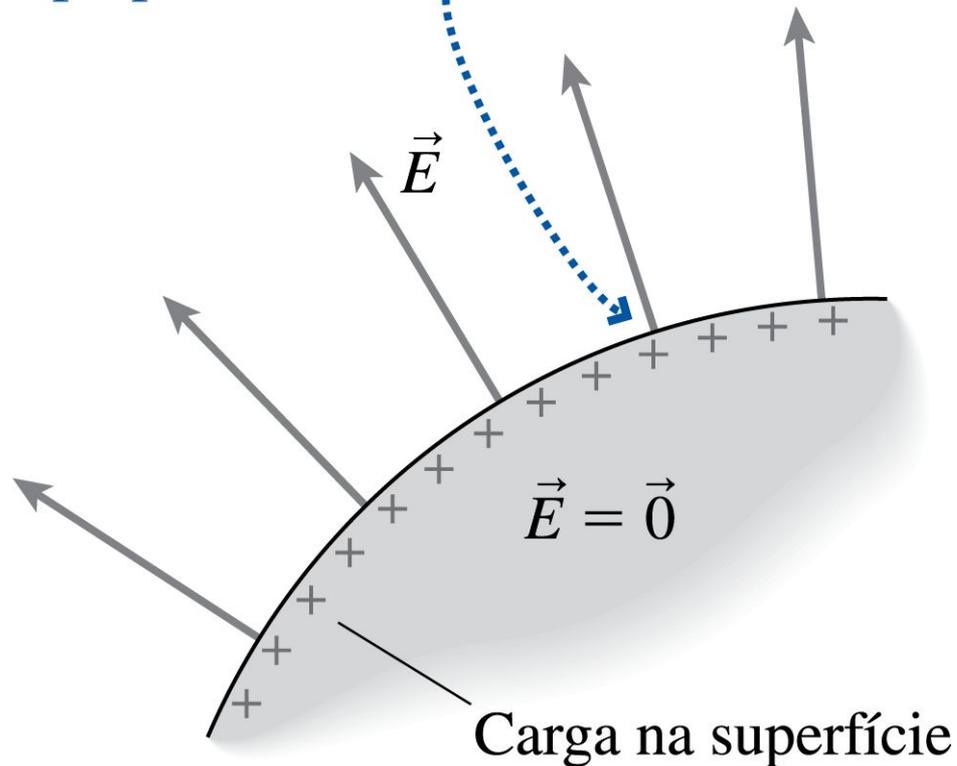
A Lei de Gauss

Condutores em equilíbrio eletrostático...

O campo elétrico na superfície
é perpendicular à mesma.

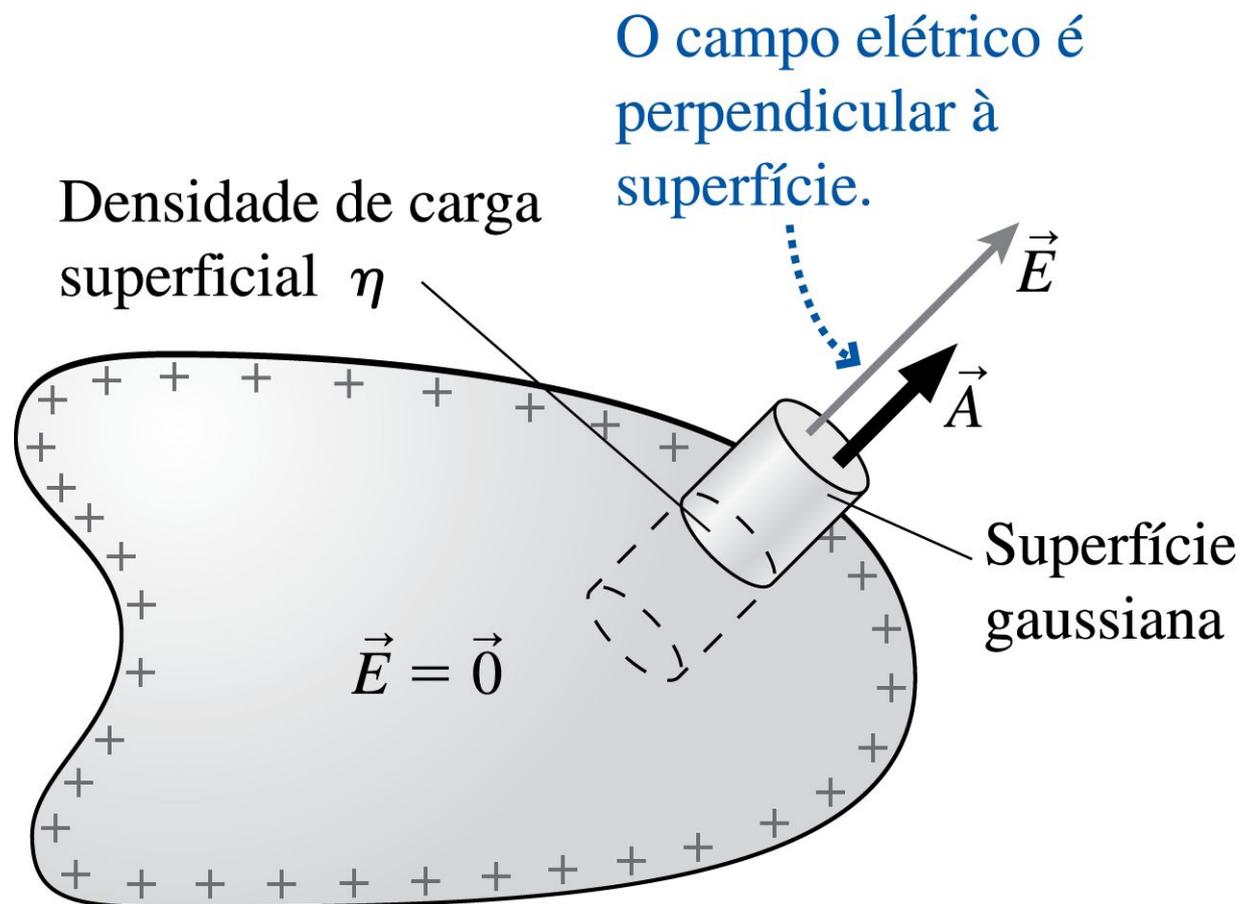


Por quê?



A Lei de Gauss

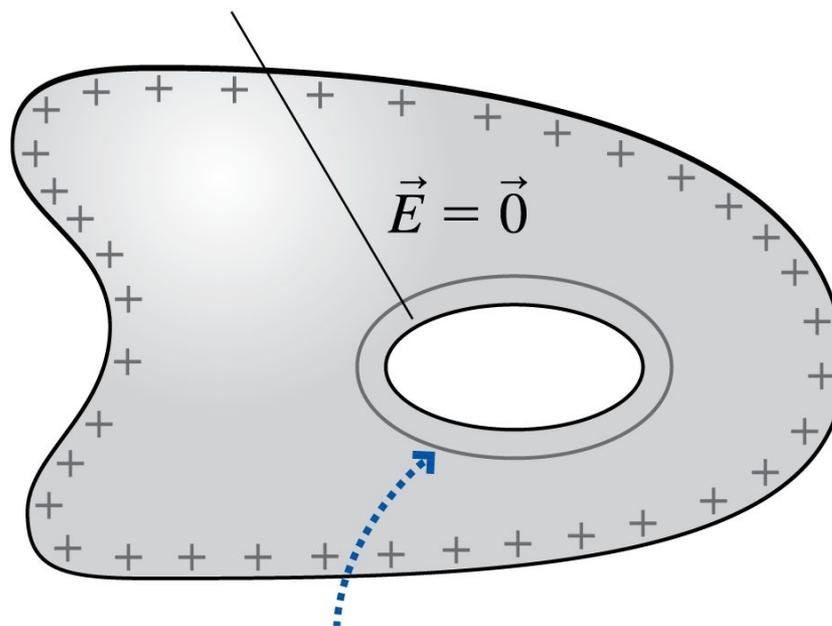
Campo elétrico na superfície do metal



A Lei de Gauss

Campo elétrico na superfície **(interna)** do metal

A cavidade
completamente fechada

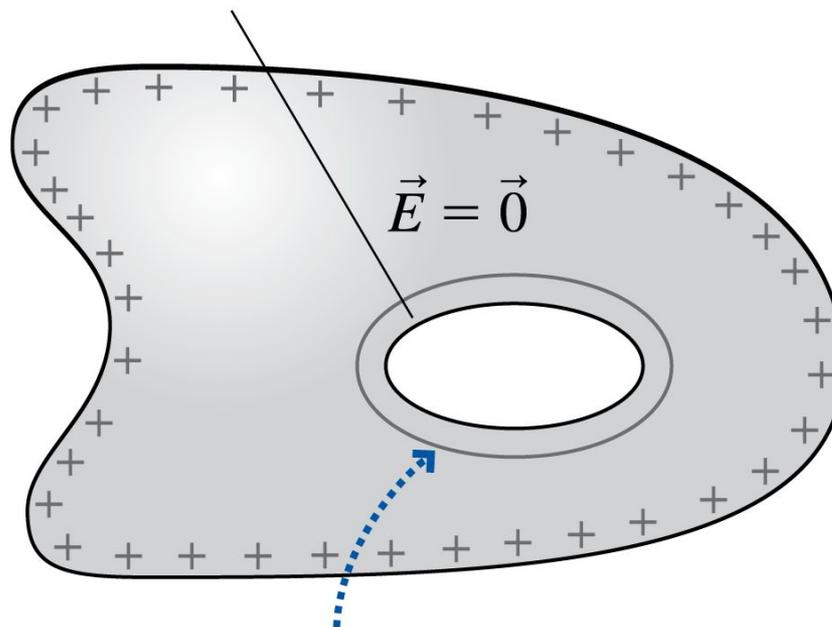


Quanto vale o fluxo nesta
superfície gaussiana?

A Lei de Gauss

Campo elétrico na superfície **(interna)** do metal

A cavidade
completamente fechada

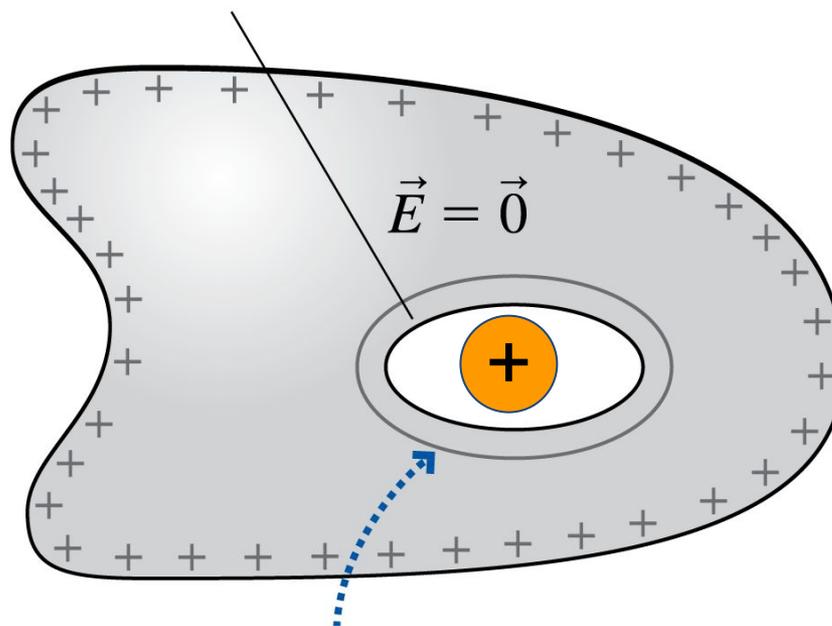


O fluxo através da superfície gaussiana é nulo. Não há carga líquida dentro da superfície gaussiana, portanto não há carga na superfície da cavidade.

A Lei de Gauss

Campo elétrico na superfície **(interna)** do metal

A cavidade
completamente fechada

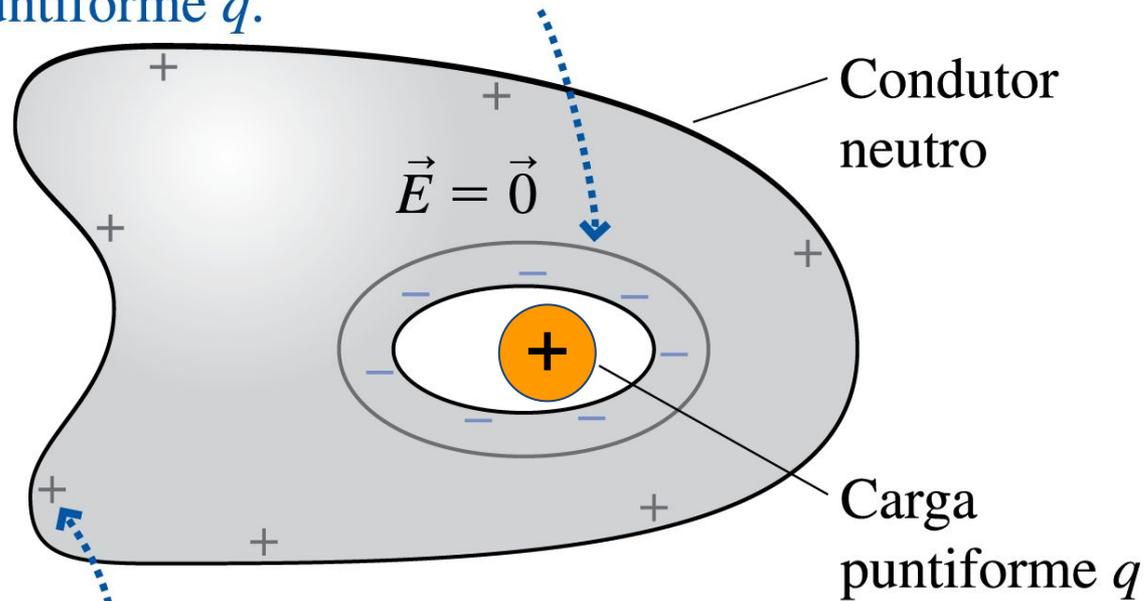


Quanto vale o fluxo nesta
superfície gaussiana?



Cap. 28 - A Lei de Gauss - Revisão

O fluxo através da superfície gaussiana é nulo, e, assim, não há carga líquida dentro dessa superfície. Deve haver uma carga $-q$ no lado interno da superfície que contrabalance a carga puntiforme q .

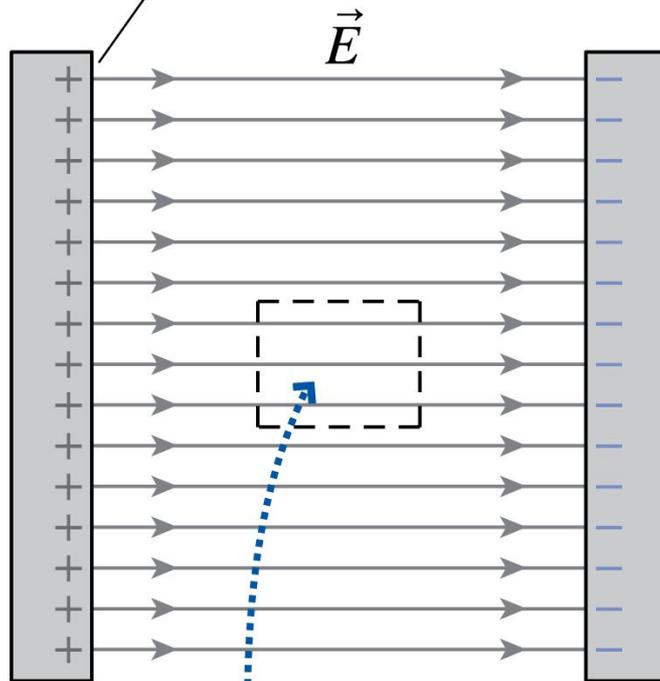


A superfície externa deve conter uma carga $+q$, distribuída de forma que o condutor permaneça neutro.

A Lei de Gauss

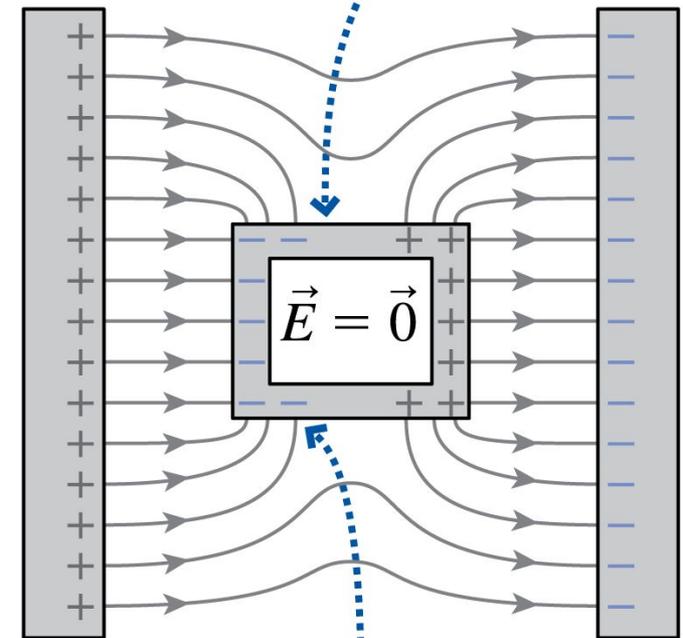
Blindagem

(a) Capacitor de placas paralelas



Queremos excluir o campo elétrico desta região.

(b) A caixa condutora foi polarizada e tem cargas superficiais induzidas.

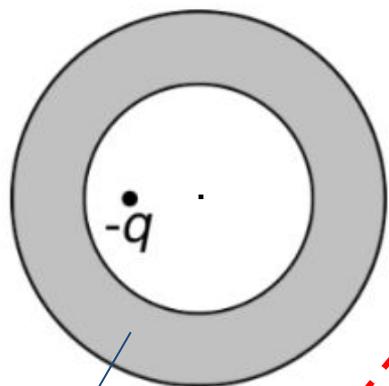


O campo elétrico é perpendicular a todas as superfícies condutoras.

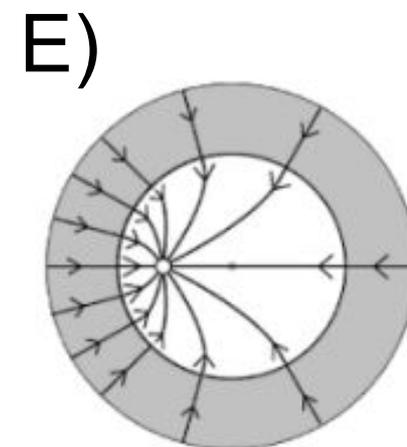
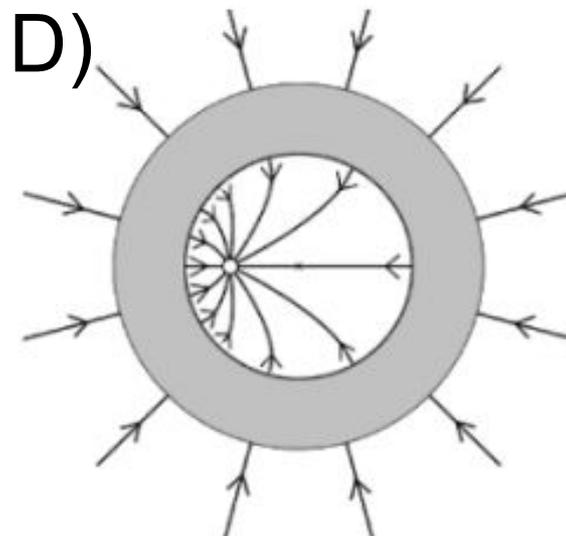
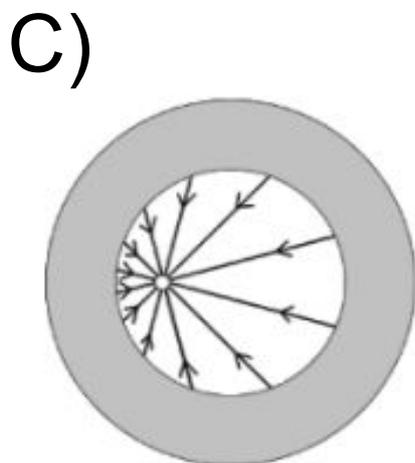
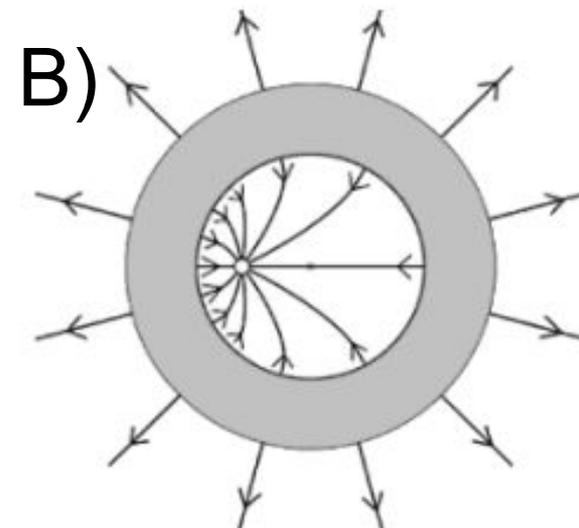
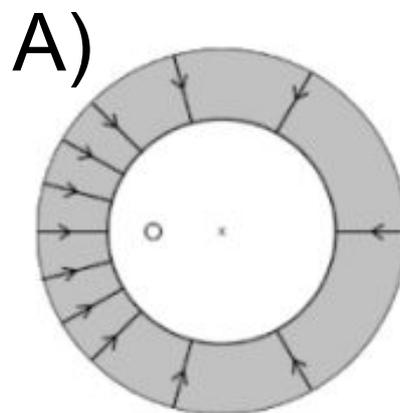
A Lei de Gauss

P1 2018 2

Qual opção melhor representa as linhas de campo?



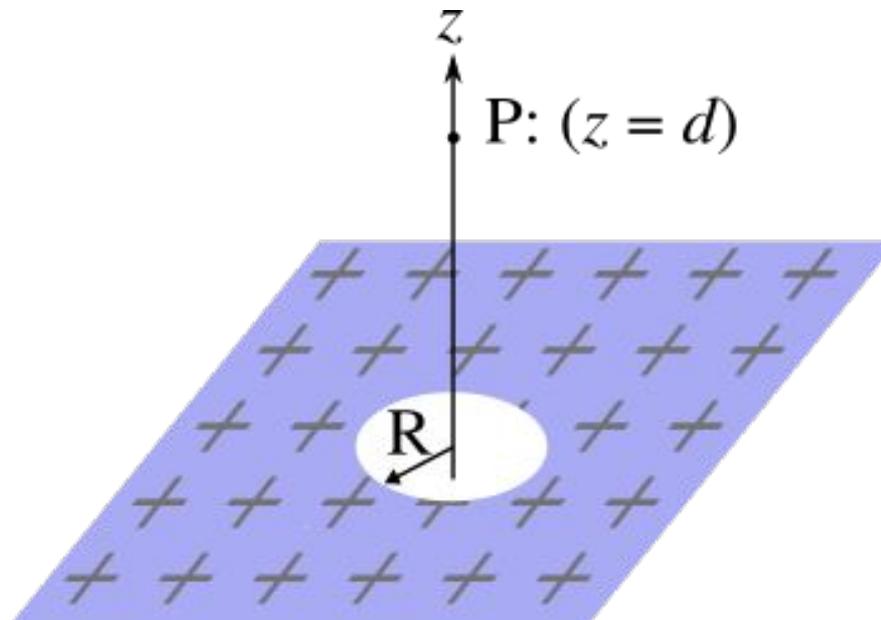
Condutor neutro



A Lei de Gauss

Tarefa para o lar

Um pequeno furo circular de raio R é feito no plano infinito, com η cte. O eixo z , cuja origem está no centro do furo, é perpendicular à placa. Determine, usando a notação dos versores \mathbf{i} , \mathbf{j} e \mathbf{k} , o campo elétrico no ponto P , situado em $z=d$. (Dica: use a eq. 27.22 e o princípio da superposição)



Problema:

A Figura ao lado mostra o módulo do campo elétrico do lado de dentro e do lado de fora de uma esfera com uma distribuição uniforme de carga positiva em função da distância do centro da esfera. A escala do eixo vertical é definida por $E_s = 5,0 \times 10^7$ N/C. Qual é a carga da esfera?

