

## Natureza elétrica da matéria e processos de eletrização

Aula 1 / Pg. 686 / Octa 1

- SL 02 – Carga elétrica de um corpo
- SL 04 – Condutores e isolantes
- SL 05 – Processos de eletrização
- SL 16 – Exercícios extras do Caio

Apresentação e demais documentos: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

## Quantidade carga elétrica (Q ou q)

Unidade adotada pelo sistema internacional: Coulomb (C)

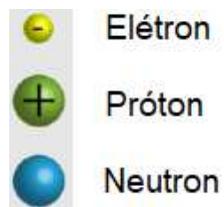
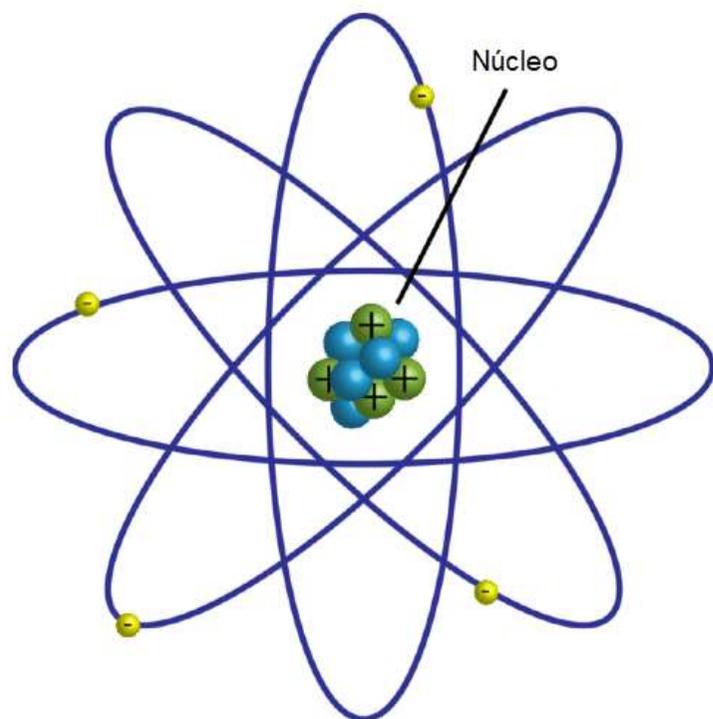
- $q_{elétron} = -1,6 \times 10^{-19} C$
- $q_{próton} = +1,6 \times 10^{-19} C = e$  (carga elétrica fundamental)
- $q_{nêutron} = 0$

### Submúltiplos

- $nC = 10^{-9} C$
- $\mu C = 10^{-6} C$
- $mC = 10^{-3} C$

### Princípio da interação entre cargas elétricas

- Cargas de mesmo sinal: repulsão
- Cargas de sinais contrários: atração



Negativa

$$Q < 0$$



$$n_{el} > n_{pr}$$

Excesso de elétrons

Positiva

$$Q > 0$$

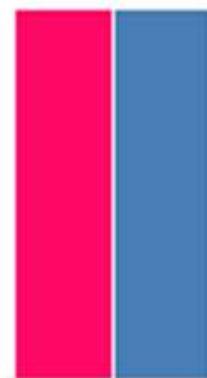


$$n_{el} < n_{pr}$$

Excesso de prótons

Neutra

$$Q = 0$$



$$n_{el} = n_{pr}$$

Não há excesso

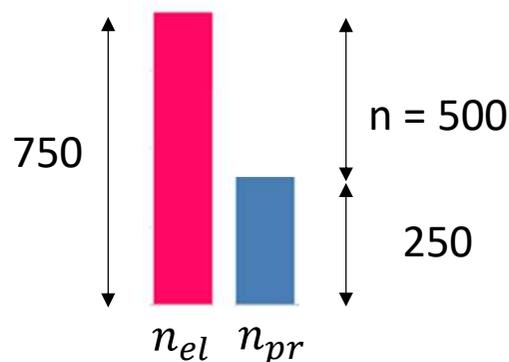
## Carga elétrica de um corpo (Q)

$$Q = n \cdot e \quad n = n_p - n_e$$

$n$ : quantidade de elétrons ou prótons em excesso ou diferença entre a quantidade de prótons e elétrons

$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ : carga elétrica fundamental

Exemplo:  $n_{pr} = 250$   $n_{el} = 750$   $Q = ?$



$$Q = n \cdot e$$

$$Q = -500 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

$$Q = -800 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

$$Q = -8 \cdot 10^{-17} \text{C}$$

## Condutores

Materiais que possuem portadores de carga elétrica livres (elétrons, cátions ou ânions) que podem se movimentar com facilidade pela sua estrutura.

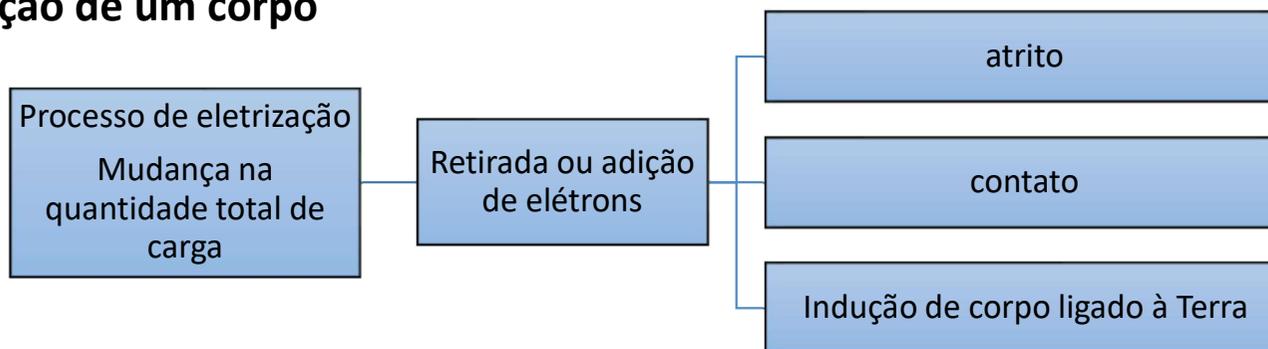
Exemplos: metais e soluções salinas.

## Isolantes

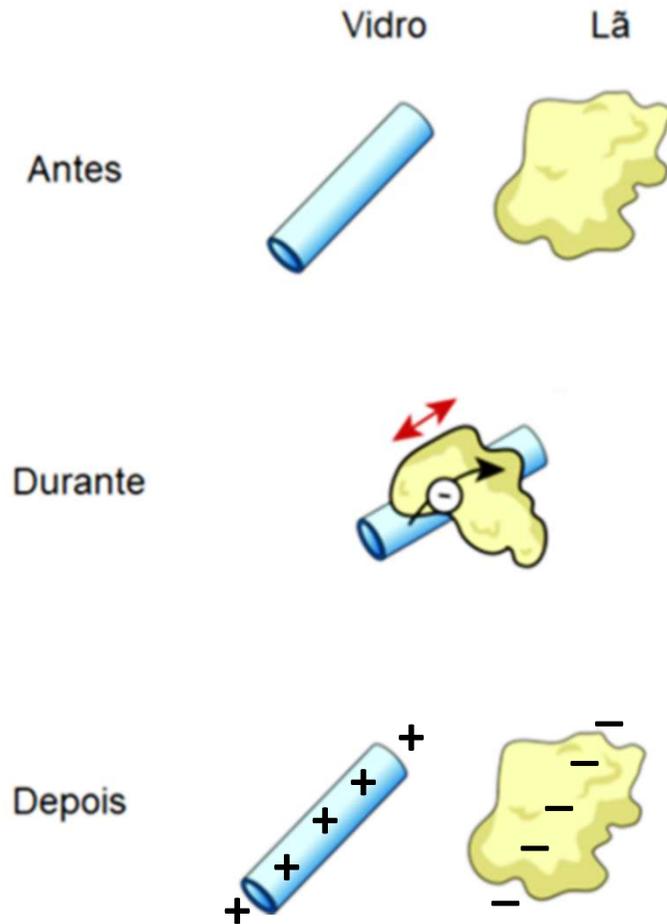
Materiais que não possuem portadores de carga livres ou materiais cujos portadores de carga não podem se movimentar pela sua estrutura.

Exemplos: borracha, giz e sais no estado sólido.

## Processos de eletrização de um corpo



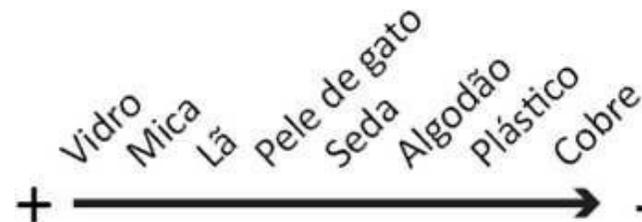
# Eletrização por atrito



## Ao se esfregar lã e vidro:

- Lã: carga final negativa (retira / recebe elétrons do vidro)
- Vidro: carga final positiva (perde elétrons para a lã)
- O módulo da quantidade de carga que um perde é igual ao módulo da carga que o outro recebe.
- Ao final os corpos adquirem cargas de mesma intensidade e sinais contrários

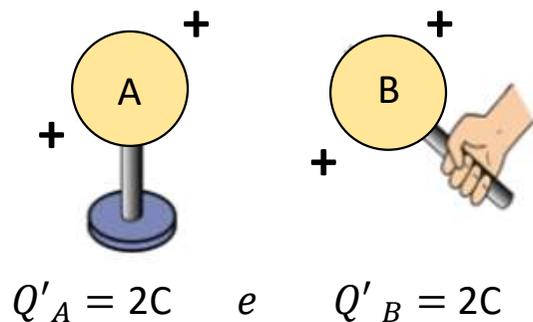
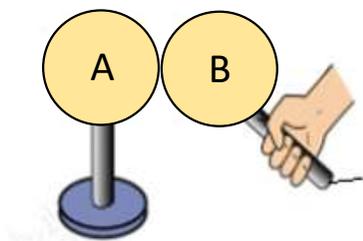
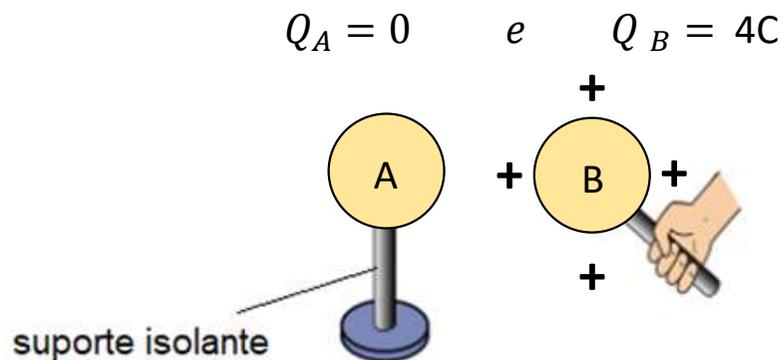
Para prever qual a carga final de cada corpo utilizamos a série triboelétrica.



# Eletrização por atrito



## Eletrização por contato – condutores idênticos



Antes:

$$Q_A = 0 \quad e \quad Q_B = 4C$$

Após o contato:

$$Q'_A = 2C \quad e \quad Q'_B = 2C$$

**Generalização:**

Após o contato os corpos adquirem cargas de mesma intensidade e sinal:

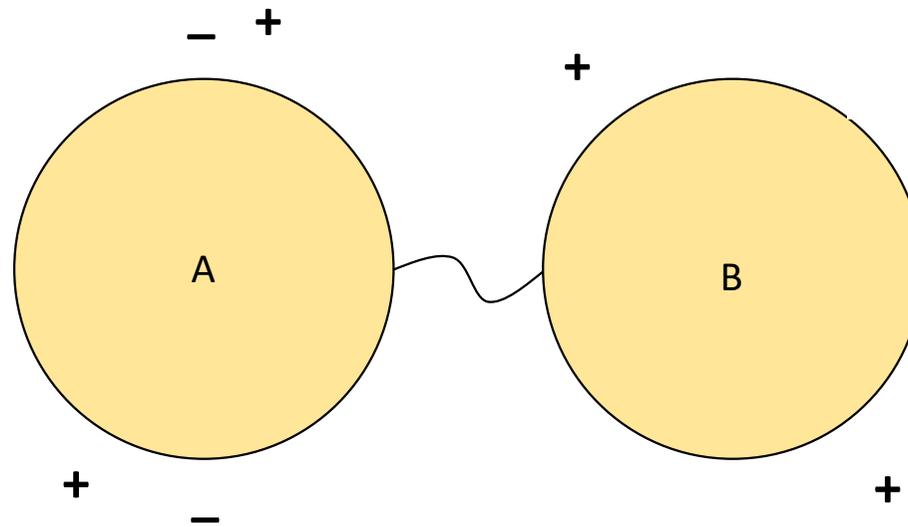
$$Q'_A = Q'_B = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{0 + 4C}{2} = 2C$$

**Princípio da conservação das cargas elétricas do sistema**

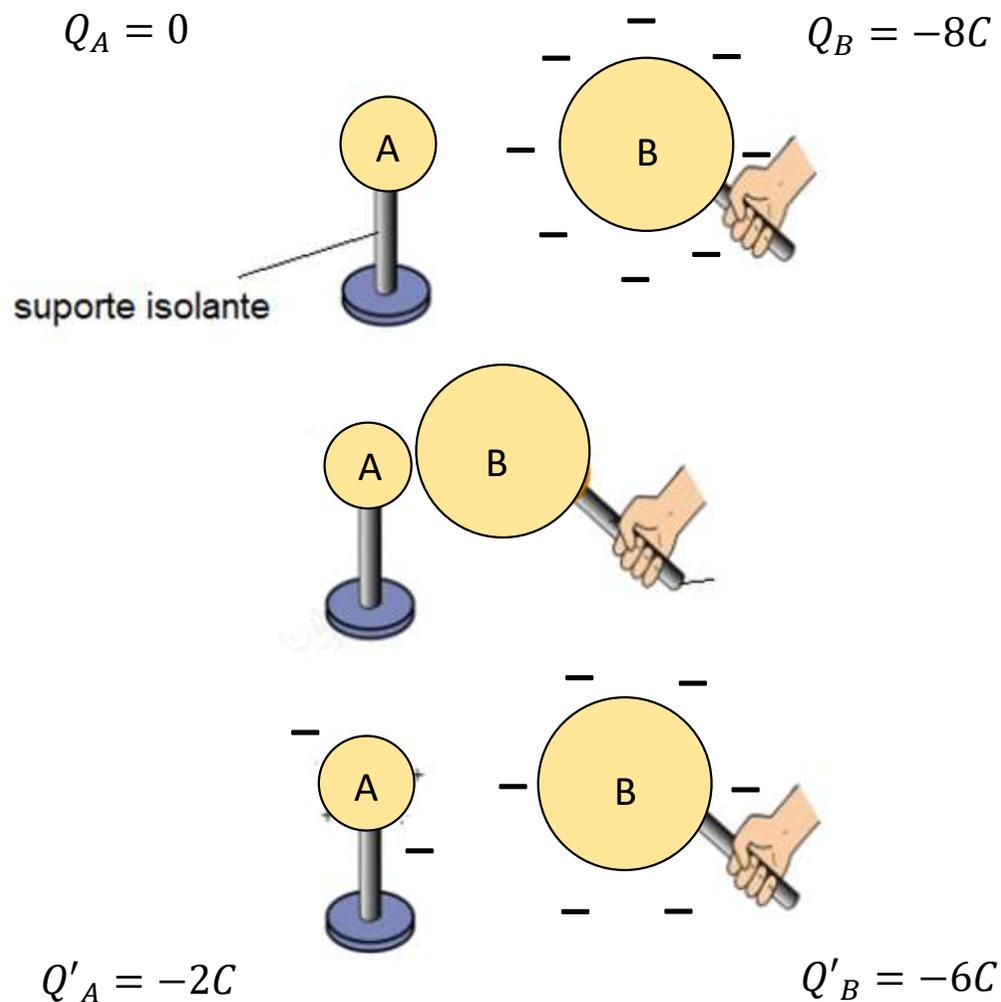
$$Q_A + Q_B = Q'_A + Q'_B$$

$$0 + 4C = 2C + 2C$$

# Eletrização por contato – condutores idênticos



## Eletrização por contato – condutores com dimensões diferentes



Antes:

$$Q_A = 0 \quad e \quad Q_B = -8C$$

Após o contato:

$$Q'_A = -2C \quad e \quad Q'_B = -6C$$

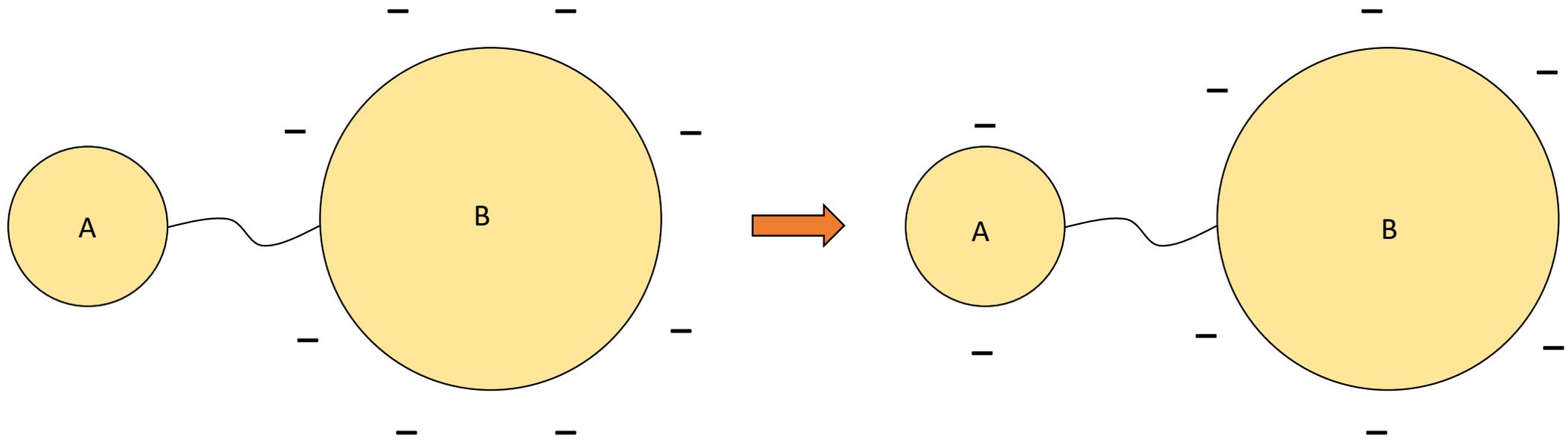
**Generalização:**

Após o contato os corpos adquirem cargas de mesmo sinal

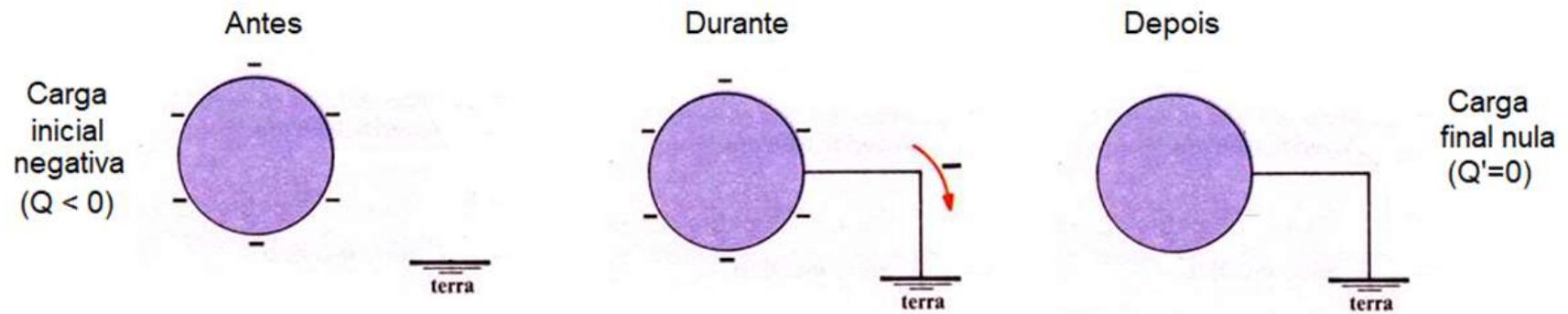
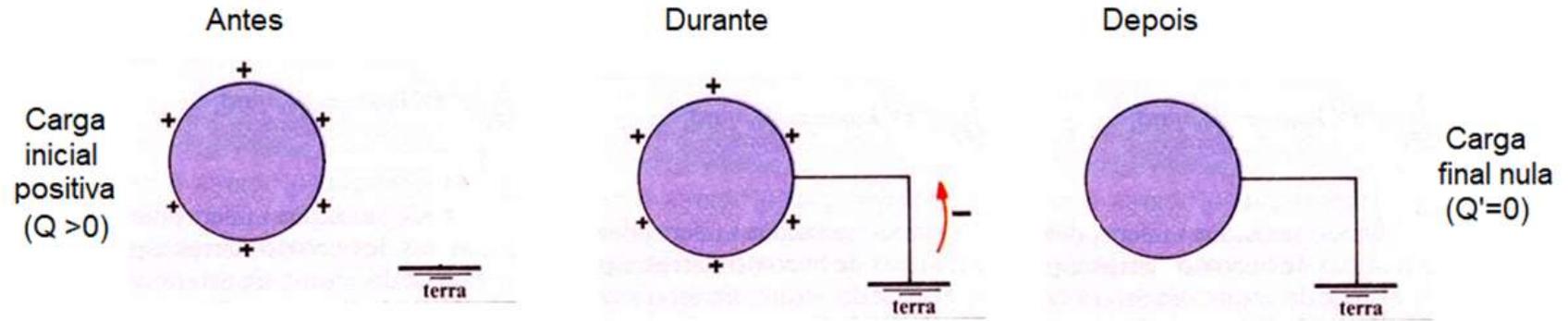
A esfera de maior raio apresenta carga de maior intensidade.

$$\frac{Q'_A}{r_A} = \frac{Q'_B}{r_B}$$

# Eletrização por contato – condutores de dimensões diferentes

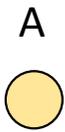


# Condutor isolado ligado à Terra



# Condutor isolado ligado à Terra

Antes

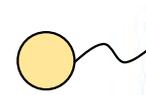


$$Q_A \neq 0$$



Depois

A



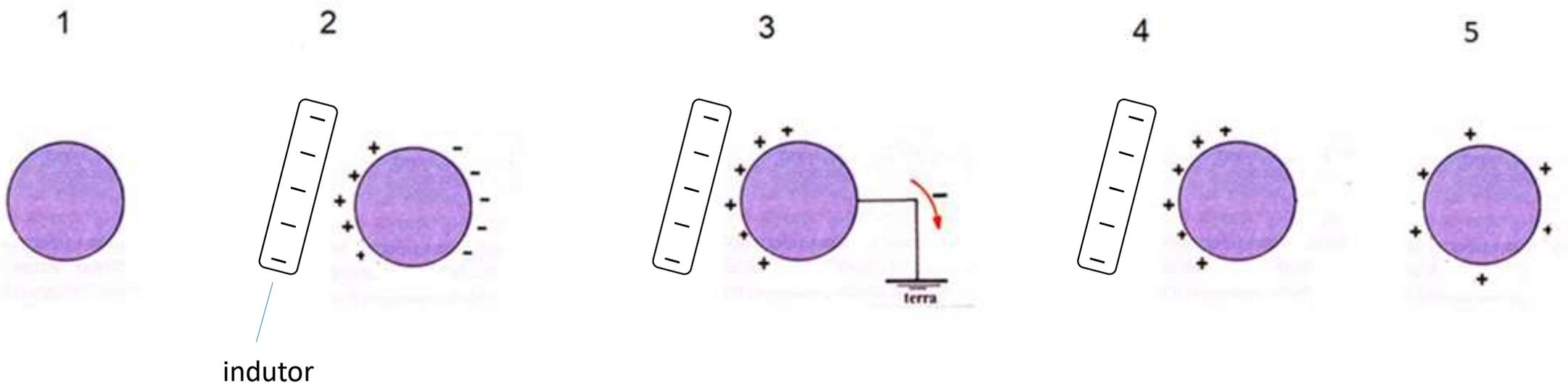
$$Q'_A = 0$$



A esfera de maior raio apresenta carga de maior intensidade.

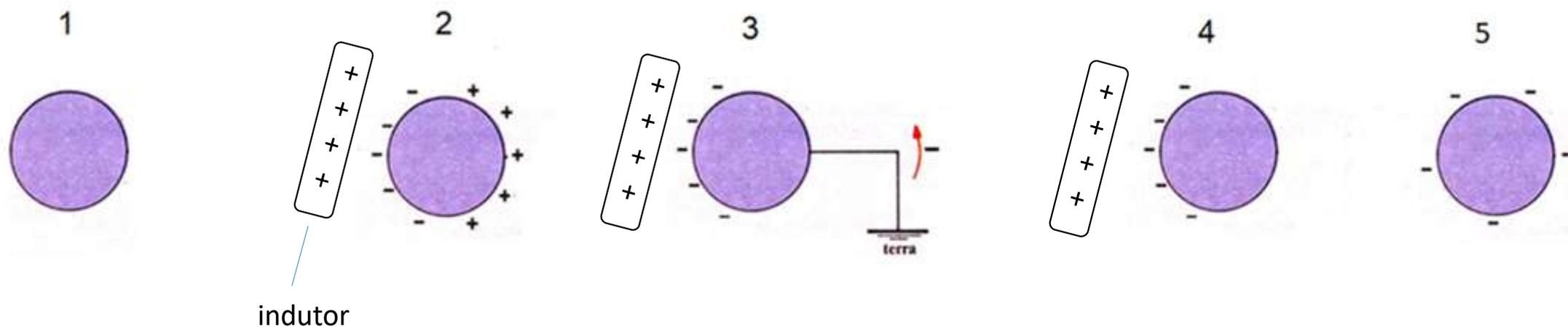
$$\frac{Q'_A}{r_A} = \frac{Q'_B}{r_B}$$

## Eletrização com indução de condutor ligado à Terra



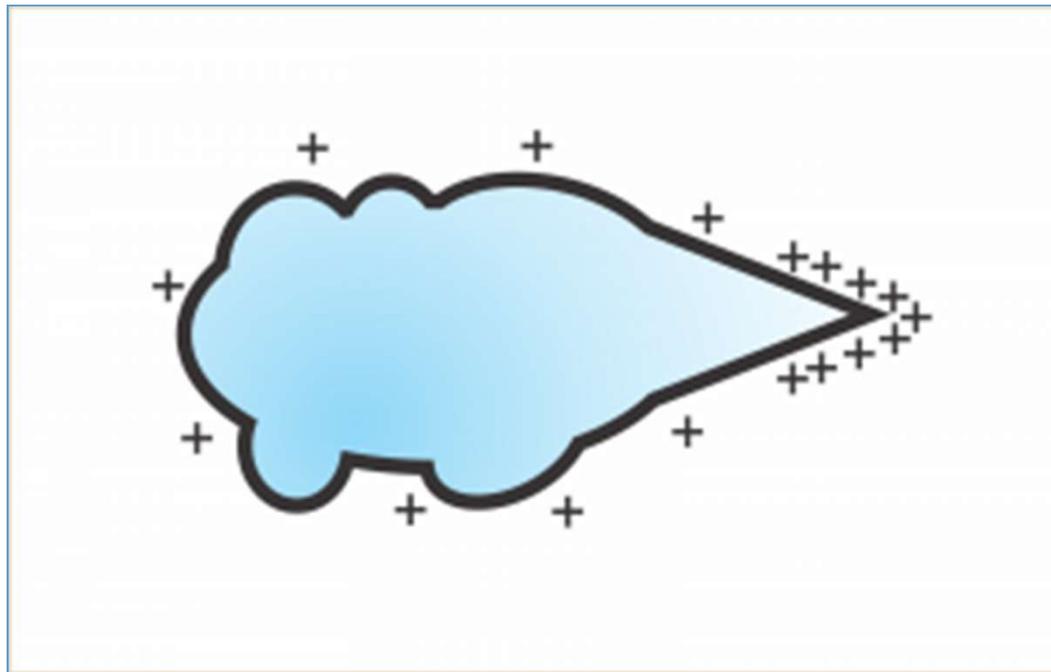
- 1) Esfera inicialmente neutro.
- 2) Aproximação do indutor (sem encostar).
- 3) A esfera é ligada à Terra (não importa de qual lado o fio é conectado). Os elétrons descem e neutralizam a carga negativa.
- 4) Ainda na presença do indutor o fio é retirado.
- 5) O indutor é afastado e as cargas se distribuem na superfície da esfera.
- 6) A esfera adquire carga de sinal oposto ao da carga do indutor.**

## Eletrização com indução de condutor ligado à Terra



- 1) Esfera inicialmente neutro.
- 2) Aproximação do indutor (sem encostar).
- 3) A esfera é ligada à Terra (não importa de qual lado o fio é conectado). Os elétrons sobrem e neutralizam a carga positiva.
- 4) Ainda na presença do indutor o fio é retirado.
- 5) O indutor é afastado e as cargas se distribuem na superfície da esfera.
- 6) A esfera adquire carga de sinal oposto ao da carga do indutor.**

# O poder das pontas



## Extras do Caio

Extra 1 do Caio. (UFG-GO) Um corpo possui carga elétrica de  $1,6 \mu\text{C}$ . Sabendo-se que a carga elétrica fundamental é  $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ , pode-se afirmar que no corpo há uma falta de:

a)  $10^{18}$  prótons. b)  $10^{13}$  elétrons. c)  $10^{19}$  prótons. d)  $10^{19}$  elétrons.

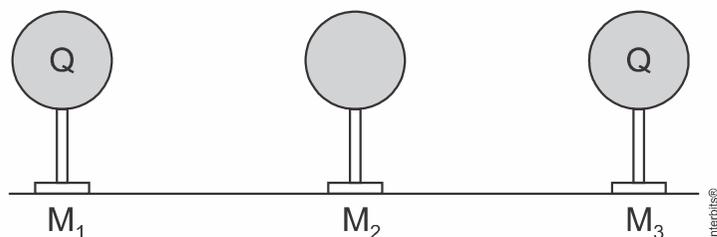
Extra 1 do Caio. (UFG-GO) Um corpo possui carga elétrica de  $1,6 \mu\text{C}$ . Sabendo-se que a carga elétrica fundamental é  $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ , pode-se afirmar que no **corpo há uma falta de:**

- a)  $10^{18}$  prótons.    **b)  $10^{13}$  elétrons.**    c)  $10^{19}$  prótons.    d)  $10^{19}$  elétrons.

$$Q = 1,6 \mu\text{C} = 1,6 \cdot 10^{-6}\text{C} \quad \Rightarrow \quad Q > 0 \quad \Rightarrow \quad \text{Excesso de prótons / Falta de elétrons}$$

$$Q = n \cdot e \quad \Rightarrow \quad \cancel{1,6} \cdot 10^{-6} = n \cdot \cancel{1,6} \cdot 10^{-19} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{10^{-6}}{10^{-19}} = 10^{13}$$

Extra 2 do Caio. (Fuvest) Três esferas metálicas,  $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$  de mesmo diâmetro e montadas em suportes isolantes, estão bem afastadas entre si e longe de outros objetos.



Inicialmente  $M_1$  e  $M_3$  têm cargas iguais, com valor  $Q$  e  $M_2$  está descarregada. São realizadas duas operações, na sequência indicada:

- I. A esfera  $M_1$  é aproximada de  $M_2$  até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir,  $M_1$  é afastada até retornar à sua posição inicial.
- II. A esfera  $M_3$  é aproximada de  $M_2$  até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir,  $M_3$  é afastada até retornar à sua posição inicial.

Após essas duas operações, as cargas nas esferas serão cerca de

	$M_1$	$M_2$	$M_3$
a)	$Q/2$	$Q/4$	$Q/4$
b)	$Q/2$	$3Q/4$	$3Q/4$
c)	$2Q/3$	$2Q/3$	$2Q/3$
d)	$3Q/4$	$Q/2$	$3Q/4$
e)	$Q$	zero	$Q$

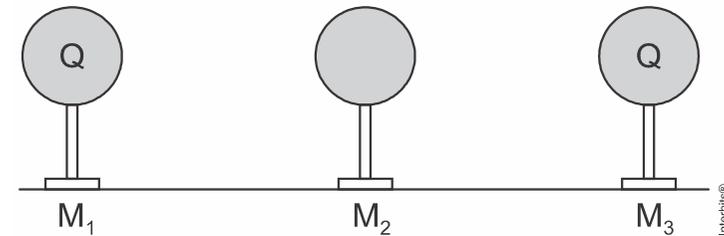
Extra 2 do Caio. (Fuvest) Três esferas metálicas,  $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$  de mesmo diâmetro e montadas em suportes isolantes, estão bem afastadas entre si e longe de outros objetos.

Inicialmente  $M_1$  e  $M_3$  têm cargas iguais, com valor  $Q$  e  $M_2$  está descarregada. São realizadas duas operações, na sequência indicada:

I. A esfera  $M_1$  é aproximada de  $M_2$  até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir,  $M_1$  é afastada até retornar à sua posição inicial.

II. A esfera  $M_3$  é aproximada de  $M_2$  até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir,  $M_3$  é afastada até retornar à sua posição inicial.

Após essas duas operações, as cargas nas esferas serão cerca de



Processo I

$$Q'_1 = Q'_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

$$Q'_1 = Q'_2 = \frac{Q + 0}{2}$$

$$Q'_1 = Q'_2 = \frac{Q}{2}$$

	$M_1$	$M_2$	$M_3$
início	$Q$	$0$	$Q$
Proc. I	$Q/2$	$Q/2$	$Q$
Proc. II			

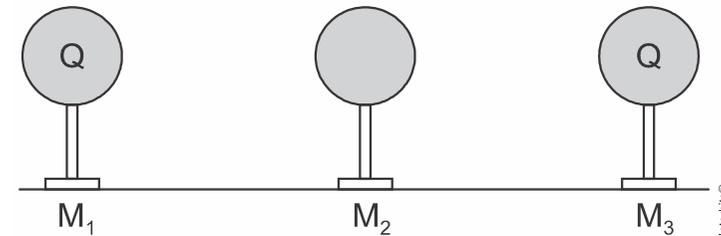
Extra 2 do Caio. (Fuvest) Três esferas metálicas,  $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$  de mesmo diâmetro e montadas em suportes isolantes, estão bem afastadas entre si e longe de outros objetos.

Inicialmente  $M_1$  e  $M_3$  têm cargas iguais, com valor  $Q$  e  $M_2$  está descarregada. São realizadas duas operações, na sequência indicada:

I. A esfera  $M_1$  é aproximada de  $M_2$  até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir,  $M_1$  é afastada até retornar à sua posição inicial.

II. A esfera  $M_3$  é aproximada de  $M_2$  até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir,  $M_3$  é afastada até retornar à sua posição inicial.

Após essas duas operações, as cargas nas esferas serão cerca de



Processo II

$$Q'_2 = Q'_3 = \frac{Q_2 + Q_3}{2}$$

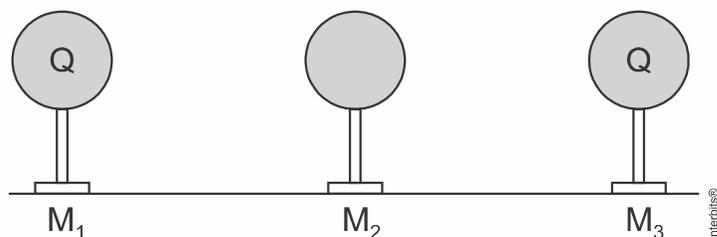
$$Q'_2 = Q'_3 = \frac{\frac{Q}{2} + Q}{2}$$

$$Q'_2 = Q'_3 = \frac{\frac{3Q}{2}}{2}$$

$$Q'_2 = Q'_3 = \frac{3Q}{2} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow Q'_2 = Q'_3 = \frac{3Q}{4}$$

	$M_1$	$M_2$	$M_3$
início	$Q$	$0$	$Q$
Proc. I	$Q/2$	$Q/2$	$Q$
Proc. II	$Q/2$	$3Q/4$	$3Q/4$

Extra 2 do Caio. (Fuvest) Três esferas metálicas,  $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$  de mesmo diâmetro e montadas em suportes isolantes, estão bem afastadas entre si e longe de outros objetos.



Inicialmente  $M_1$  e  $M_3$  têm cargas iguais, com valor  $Q$  e  $M_2$  está descarregada. São realizadas duas operações, na sequência indicada:

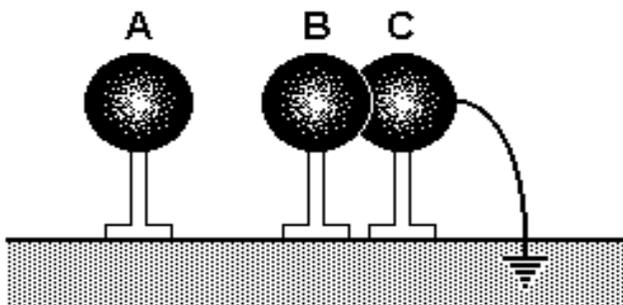
- I. A esfera  $M_1$  é aproximada de  $M_2$  até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir,  $M_1$  é afastada até retornar à sua posição inicial.
- II. A esfera  $M_3$  é aproximada de  $M_2$  até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir,  $M_3$  é afastada até retornar à sua posição inicial.

Após essas duas operações, as cargas nas esferas serão cerca de

	$M_1$	$M_2$	$M_3$
a)	$Q/2$	$Q/4$	$Q/4$
b)	$Q/2$	$3Q/4$	$3Q/4$
c)	$2Q/3$	$2Q/3$	$2Q/3$
d)	$3Q/4$	$Q/2$	$3Q/4$
e)	$Q$	zero	$Q$



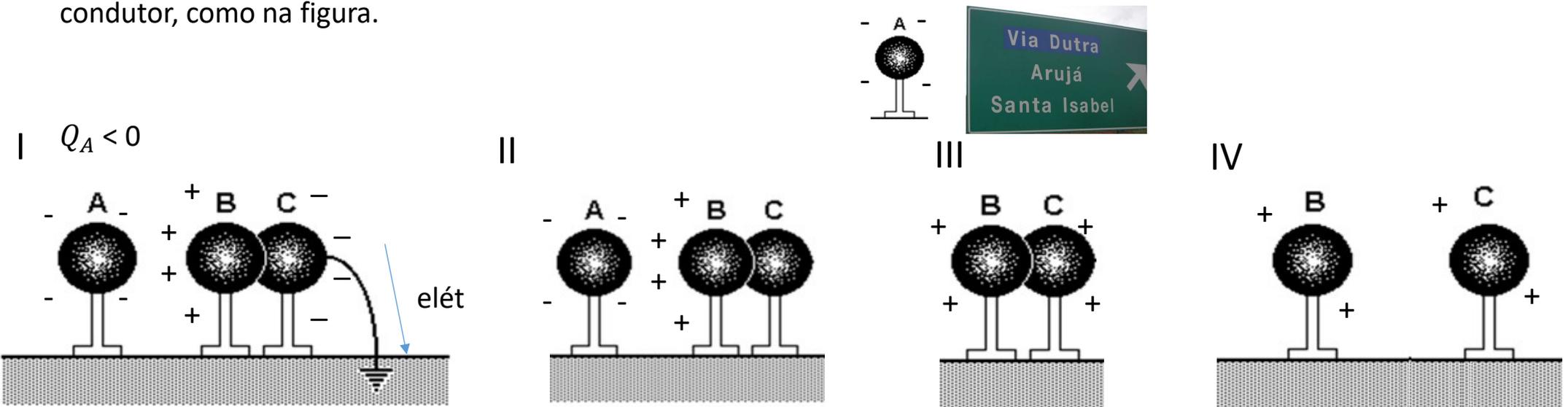
Extra 3 do Caio. (Fuvest) Três esferas metálicas iguais, A, B e C, estão apoiadas em suportes isolantes, tendo a esfera A carga elétrica negativa. Próximas a ela, as esferas B e C estão em contato entre si, sendo que C está ligada à terra por um fio condutor, como na figura.



A partir dessa configuração, o fio é retirado e, em seguida, a esfera A é levada para muito longe. Finalmente, as esferas B e C são afastadas uma da outra. Após esses procedimentos, as cargas das três esferas satisfazem as relações

- a)  $Q_A < 0$     $Q_B > 0$     $Q_C > 0$
- b)  $Q_A < 0$     $Q_B = 0$     $Q_C = 0$
- c)  $Q_A = 0$     $Q_B < 0$     $Q_C < 0$
- d)  $Q_A > 0$     $Q_B > 0$     $Q_C = 0$
- e)  $Q_A > 0$     $Q_B < 0$     $Q_C > 0$

(Fuvest) Três esferas metálicas iguais, A, B e C, estão apoiadas em suportes isolantes, tendo a esfera A carga elétrica negativa. Próximas a ela, as esferas B e C estão em contato entre si, sendo que C está ligada à terra por um fio condutor, como na figura.



A partir dessa configuração, **o fio é retirado** e, em seguida, a esfera A é levada para muito longe. Finalmente, as esferas B e C são afastadas uma da outra. Após esses procedimentos, as cargas das três esferas satisfazem as relações

- a)  $Q_A < 0$     $Q_B > 0$     $Q_C > 0$    ←
- b)  $Q_A < 0$     $Q_B = 0$     $Q_C = 0$
- c)  $Q_A = 0$     $Q_B < 0$     $Q_C < 0$
- d)  $Q_A > 0$     $Q_B > 0$     $Q_C = 0$
- e)  $Q_A > 0$     $Q_B < 0$     $Q_C > 0$