



cap. 30 - Capacitores

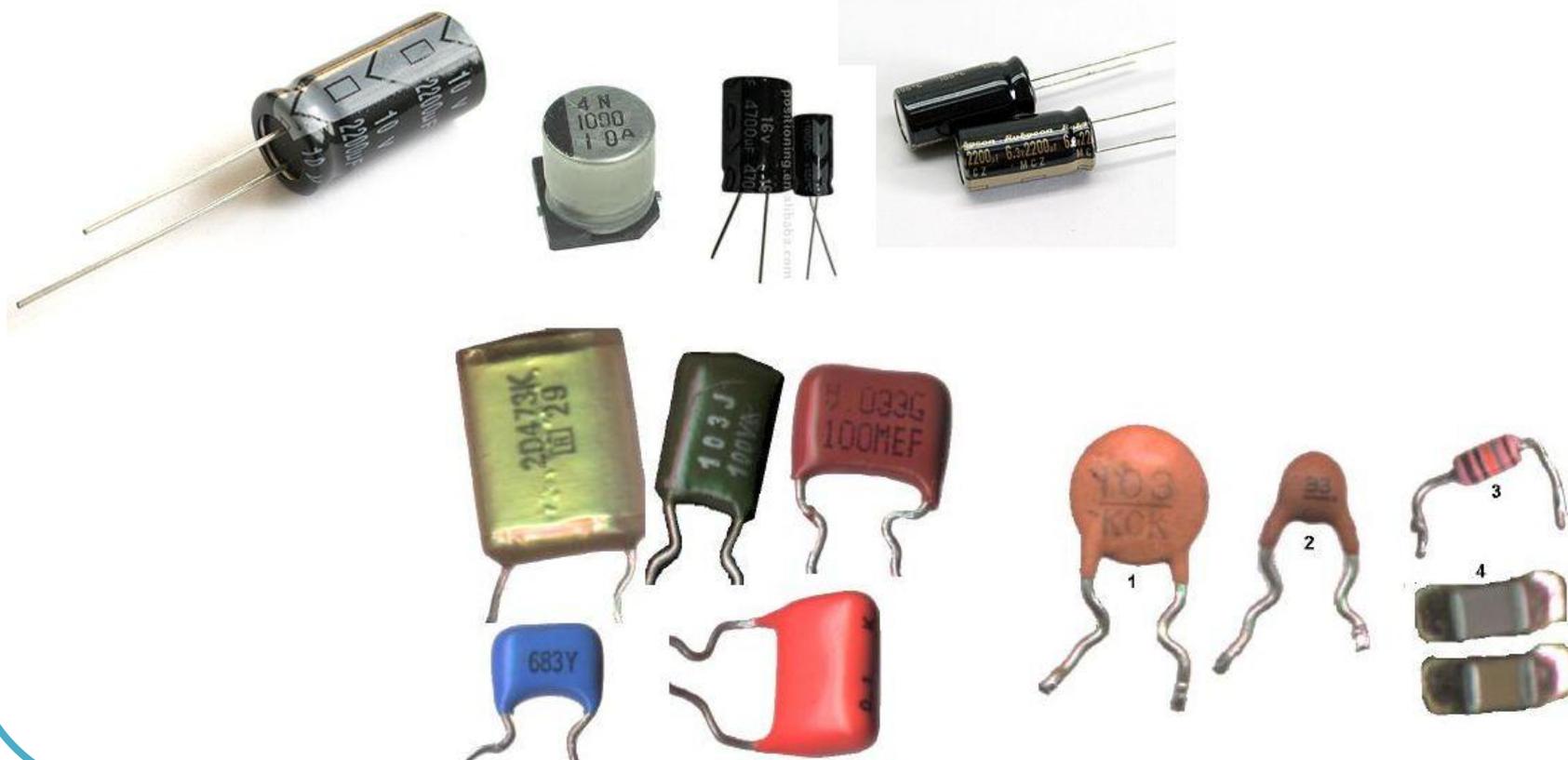
Professor: Prof. Carlos Eduardo Souza - Cadu

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

Capacitores

Capacitores (ou condensadores) são dispositivos utilizados em circuitos elétricos que tem a finalidade de armazenar cargas, conseqüentemente, energia eletrostática por meio de uma ddp.

Tipos de Capacitores



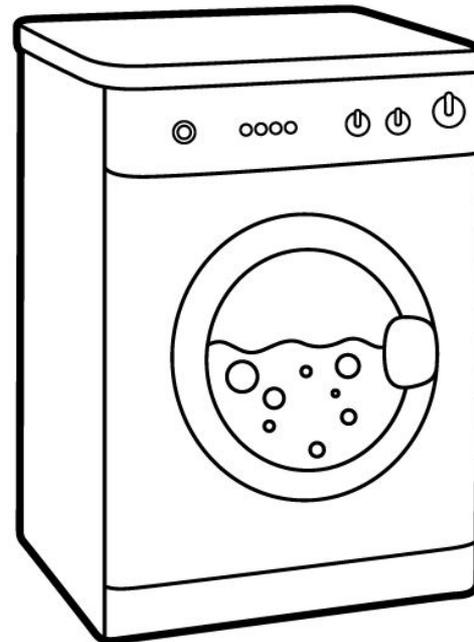
Capacitores

Os capacitores nas máquinas fotográficas armazenam cargas para o flash...



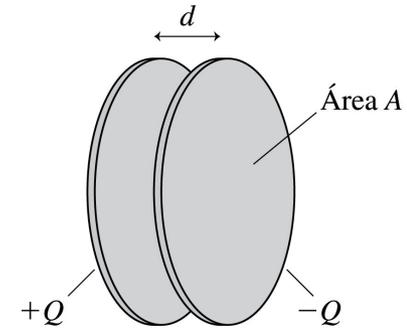


Os capacitores são utilizados para conversão da **corrente alternada (CA)** em **corrente contínua (CC)**, utilizadas em motores de eletrodomésticos...



Capacitores

Capacitor cerâmico

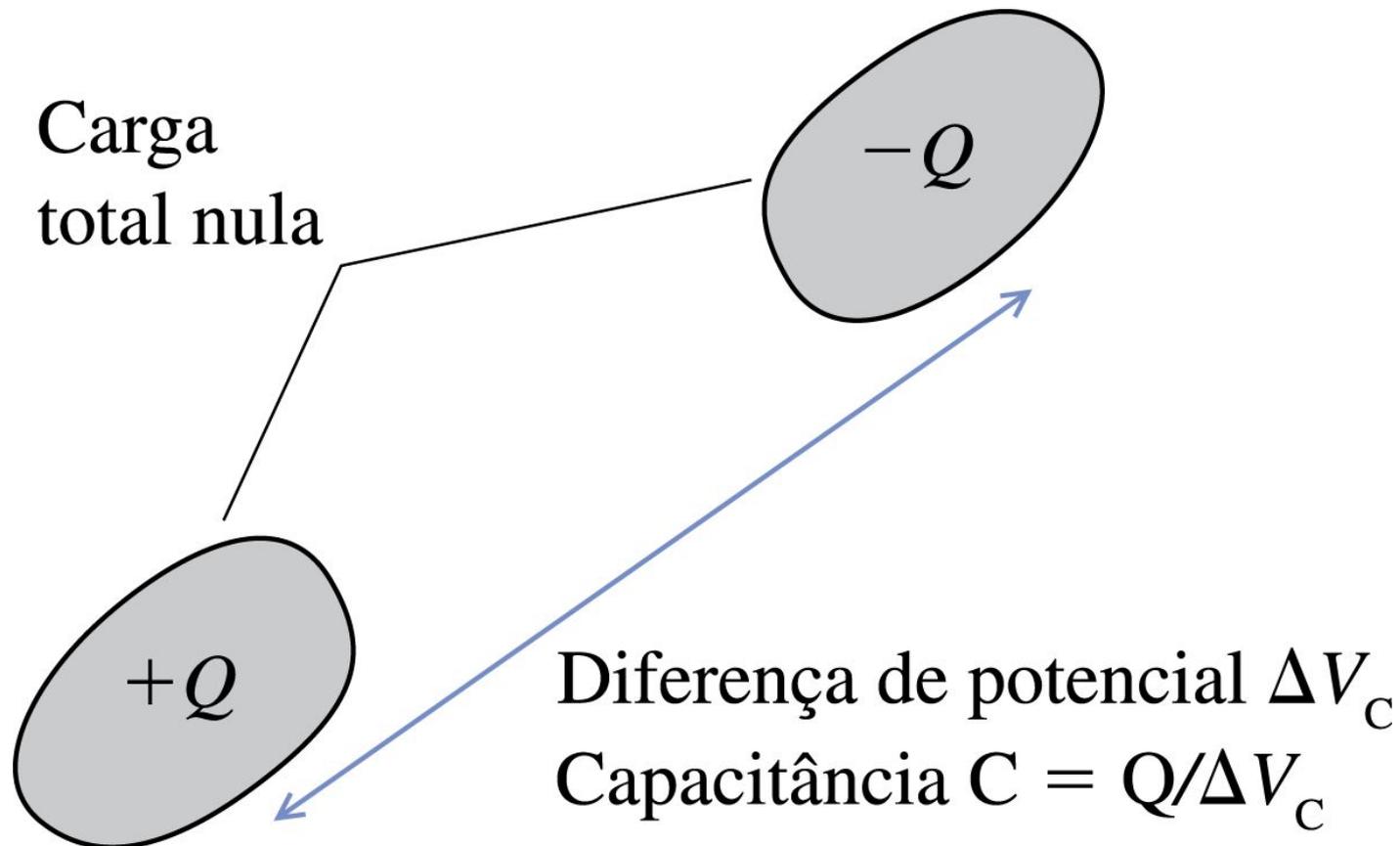




Capacitores

Capacitância e capacitores

Dois eletrodos (armaduras) quaisquer formam um capacitor





Capacitores

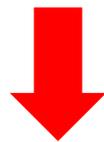
Fontes de potencial elétrico

A separação de cargas dá origem a um campo elétrico que aponta do positivo para o negativo...

Como consequência,

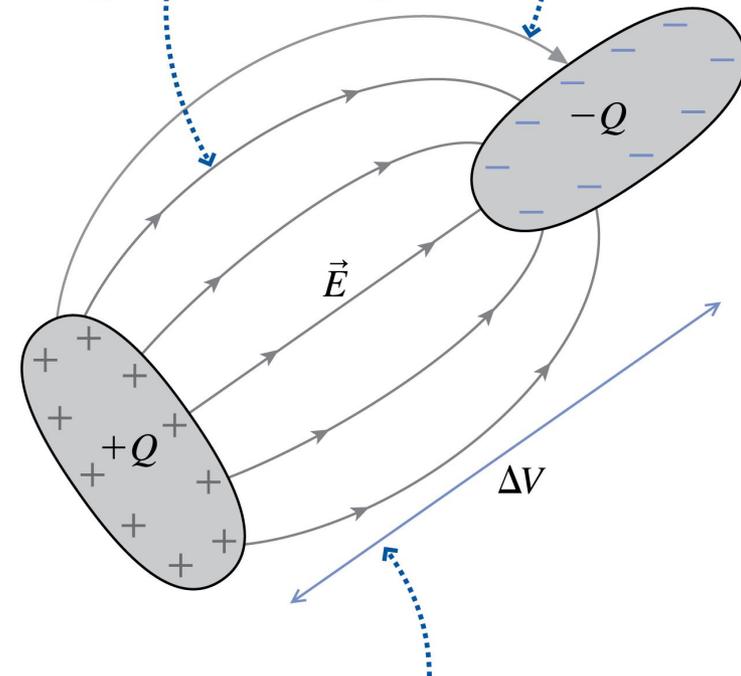
$$\Delta V = V_{pos} - V_{neg} = - \int_{neg}^{pos} \vec{E}_s ds$$

onde a integral se estende de um ponto qq do eletrodo negativo até um outro ponto qq do eletrodo positivo.



Podemos criar uma diferença de potencial (ddp) por meio da separação de cargas...

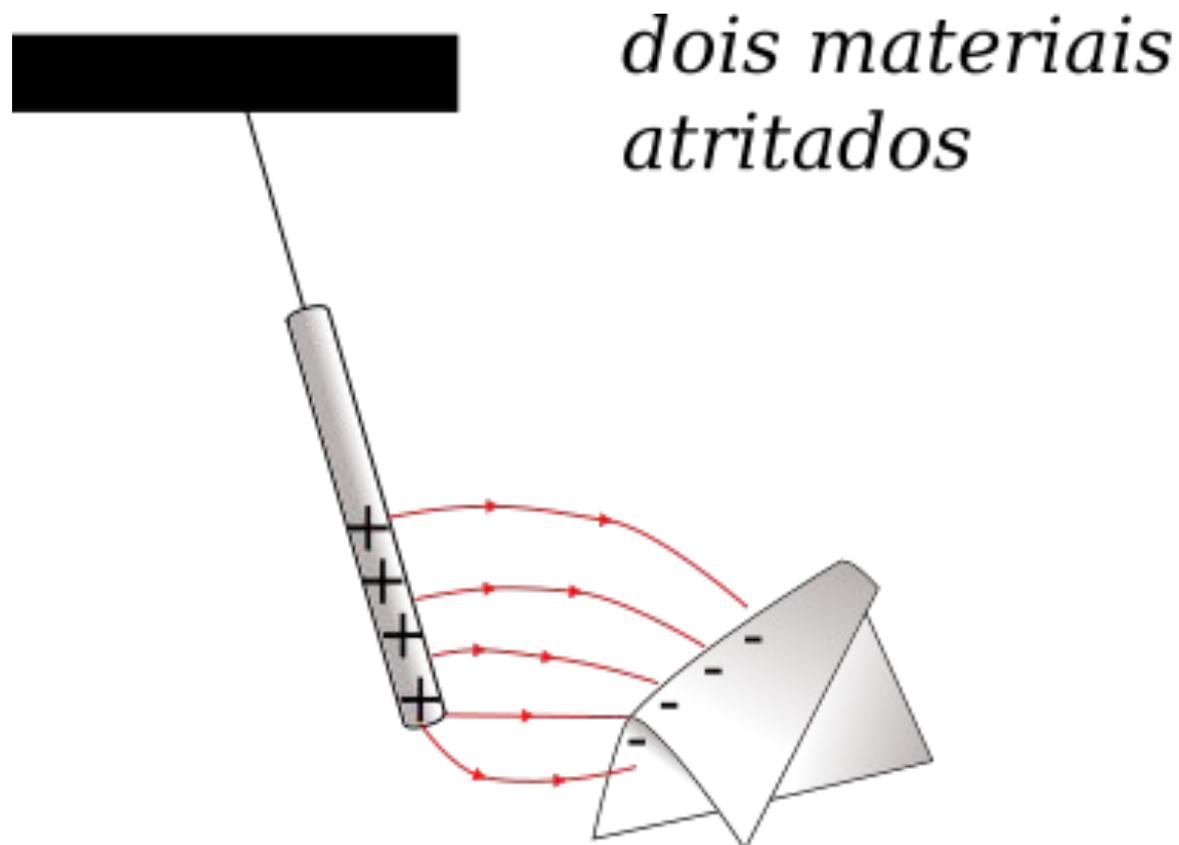
1. A carga é separada pela transferência de elétrons de um eletrodo para o outro.
2. A separação de cargas cria um campo elétrico orientado do objeto positivamente carregado para o objeto negativamente carregado.



3. Devido ao campo elétrico, existe uma diferença de potencial entre os eletrodos.

Capacitores

Diferença de potencial elétrico

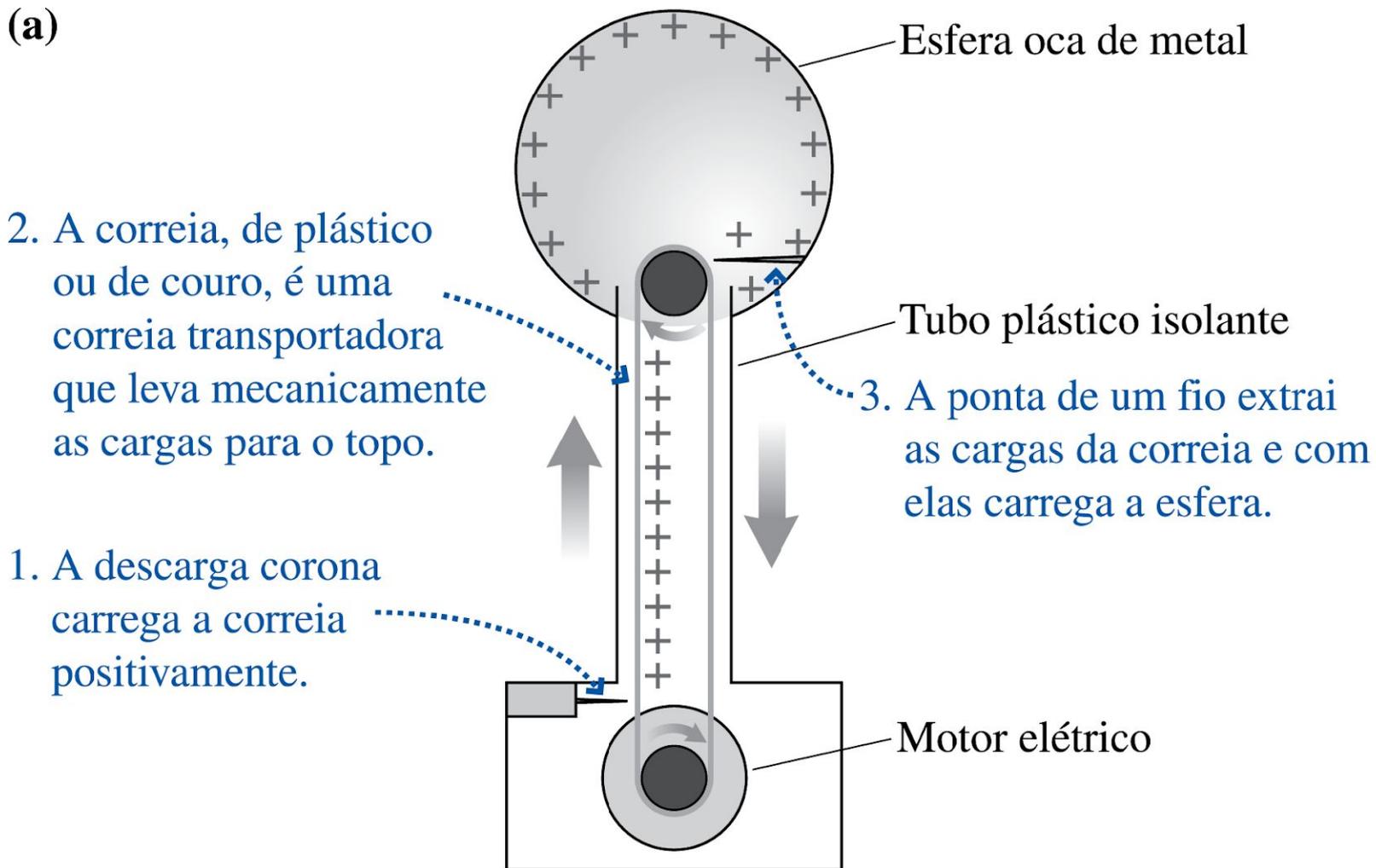




Capacitores

O gerador de van der Graaf

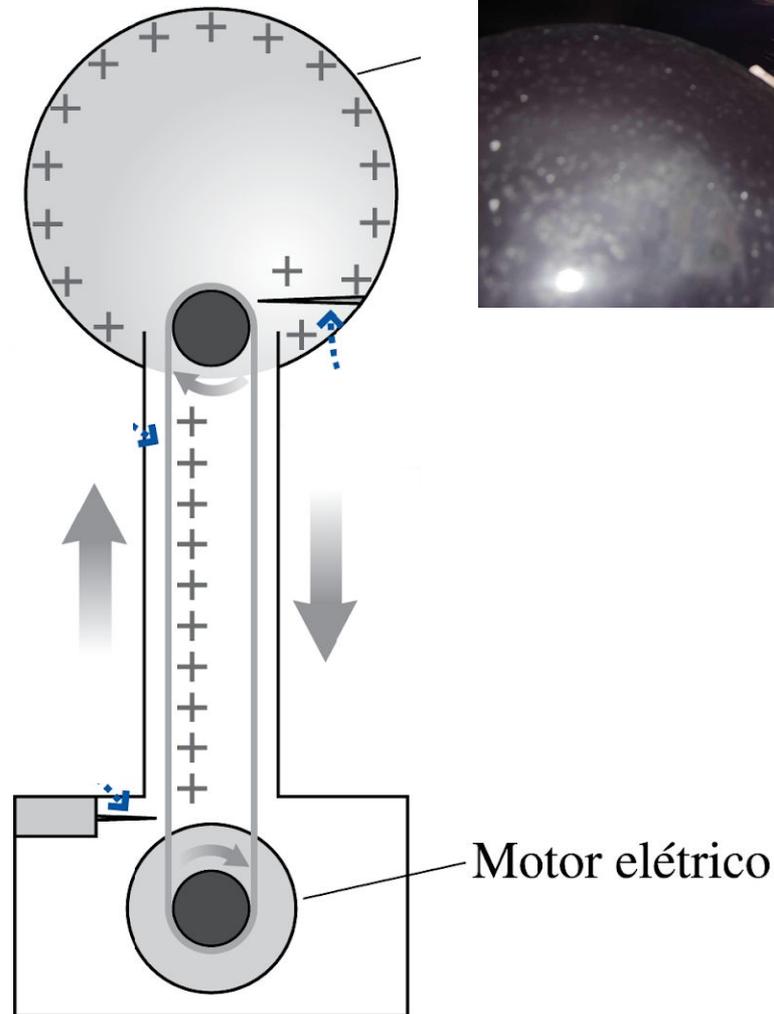
separador de cargas elétricas...





O gerador de van der Graaf

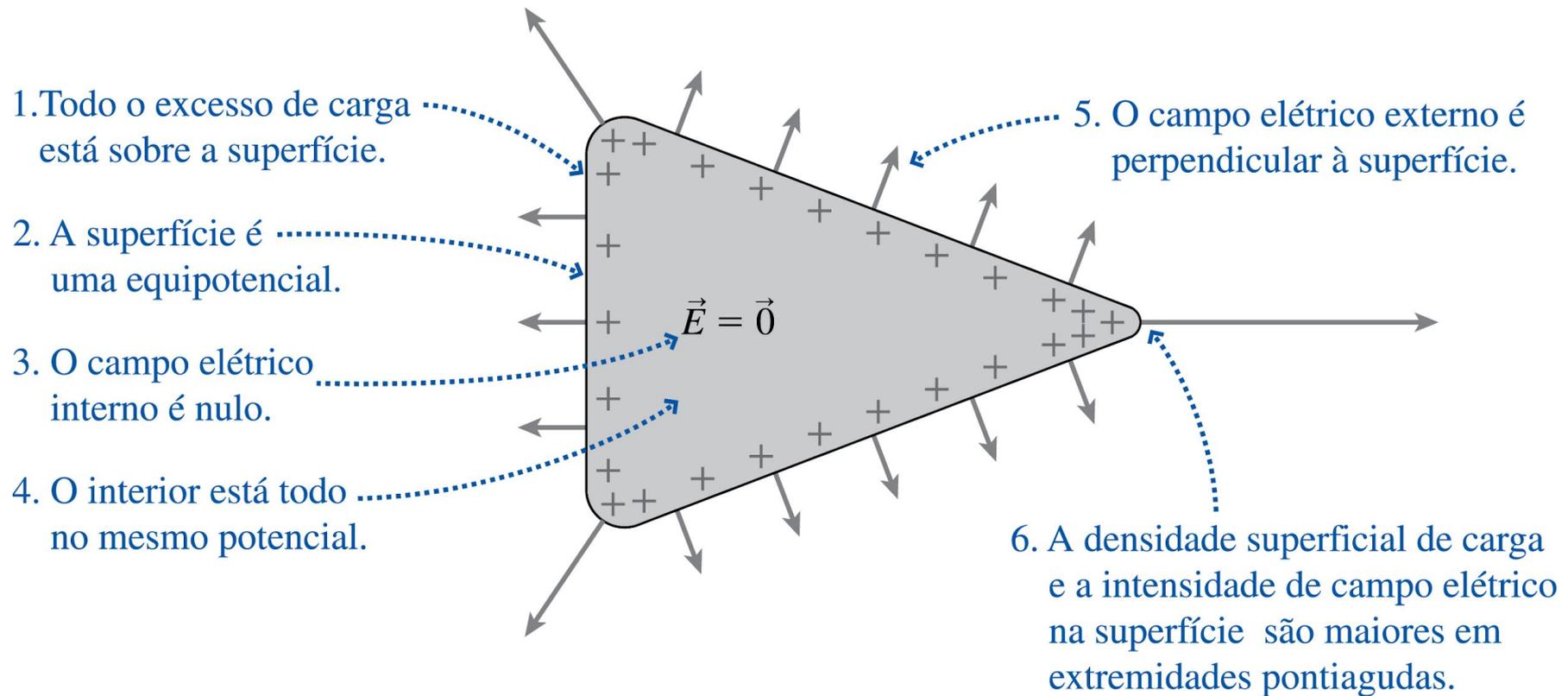
separador de cargas elétricas...





Capacitores

Características de um condutor em equilíbrio eletrostático



(Efeito de ponta)

Capacitores

Efeito corona e rigidez elétrica

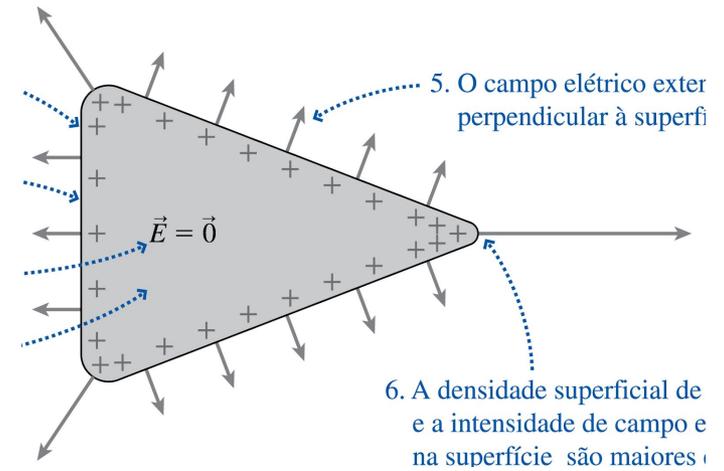


Tabela 30.1

Ar $\rightarrow 3 \cdot 10^6$ V/m

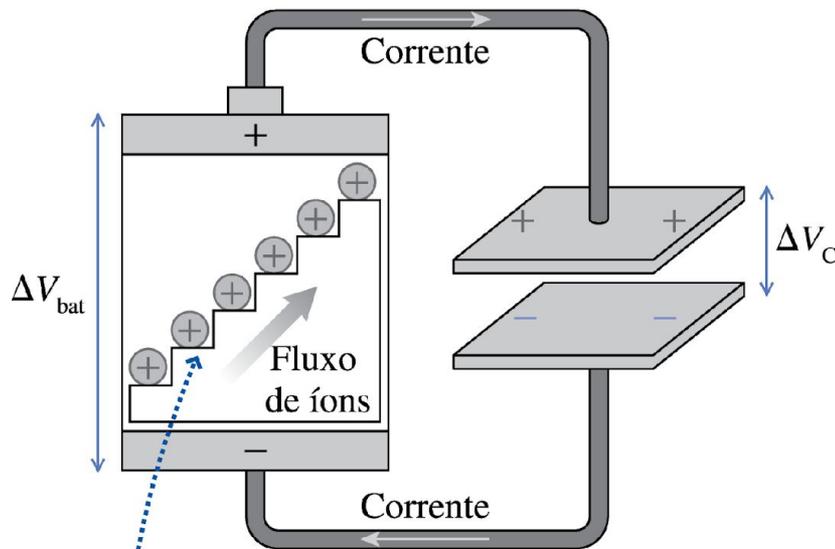
Teflon $\rightarrow 60 \cdot 10^6$ V/m



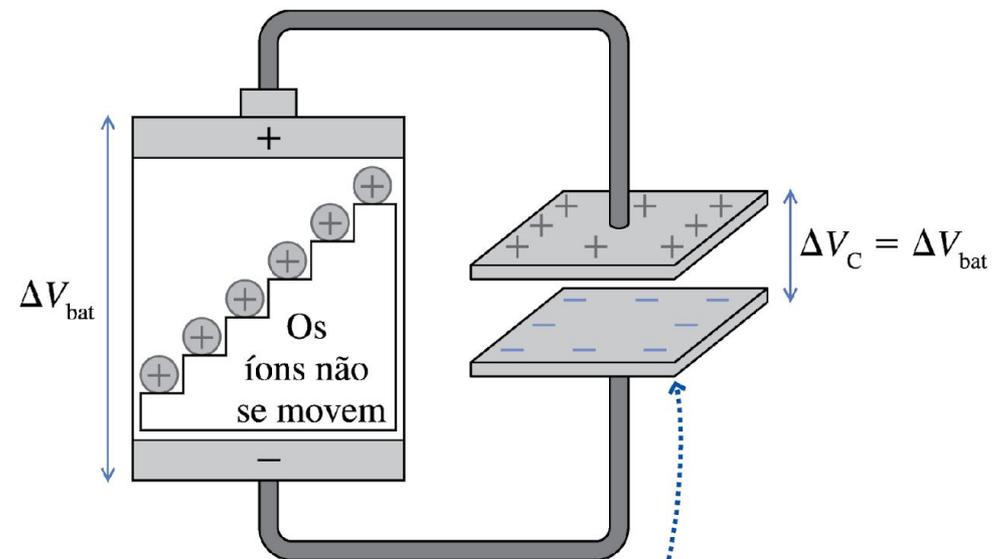
Capacitores

Capacitância e capacitores

Um capacitor conectado a uma pilha carrega até que a ddp entre as placas seja igual a ddp da pilha.



A escada rolante de carga transfere cargas de uma placa para a outra. A voltagem ΔV_C aumenta conforme a separação de cargas cresce.



Quando $\Delta V_C = \Delta V_{bat}$, a corrente cessa, e o capacitor está completamente carregado.

Capacitância de um capacitor de placas paralelas

$$C = \frac{Q}{\Delta V_C} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$




Capacitores

Capacitância e capacitores

Unidade:

$$1 \text{ farad} \equiv 1F = 1C/V$$

Valores típicos: $1 \mu F$ e $d \sim 0,050mm$

$$A = \frac{dC}{\epsilon_0} = 5,65m^2$$

Esse valor pode ser reduzido com a inserção de um dielétrico entre as placas de um capacitor.

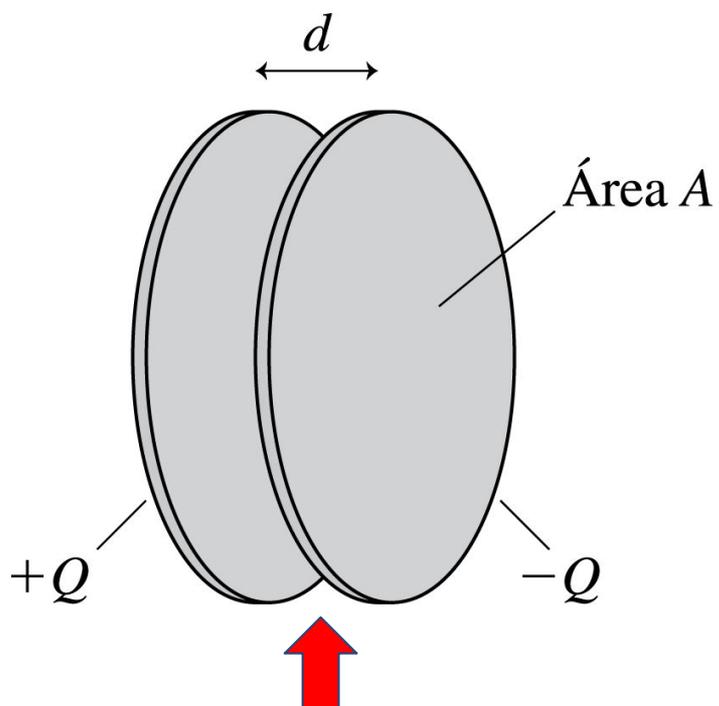
Capacitores

Capacitância e capacitores

Dois eletrodos quaisquer formam um capacitor

Capacitores notáveis:

A) Placas Planas



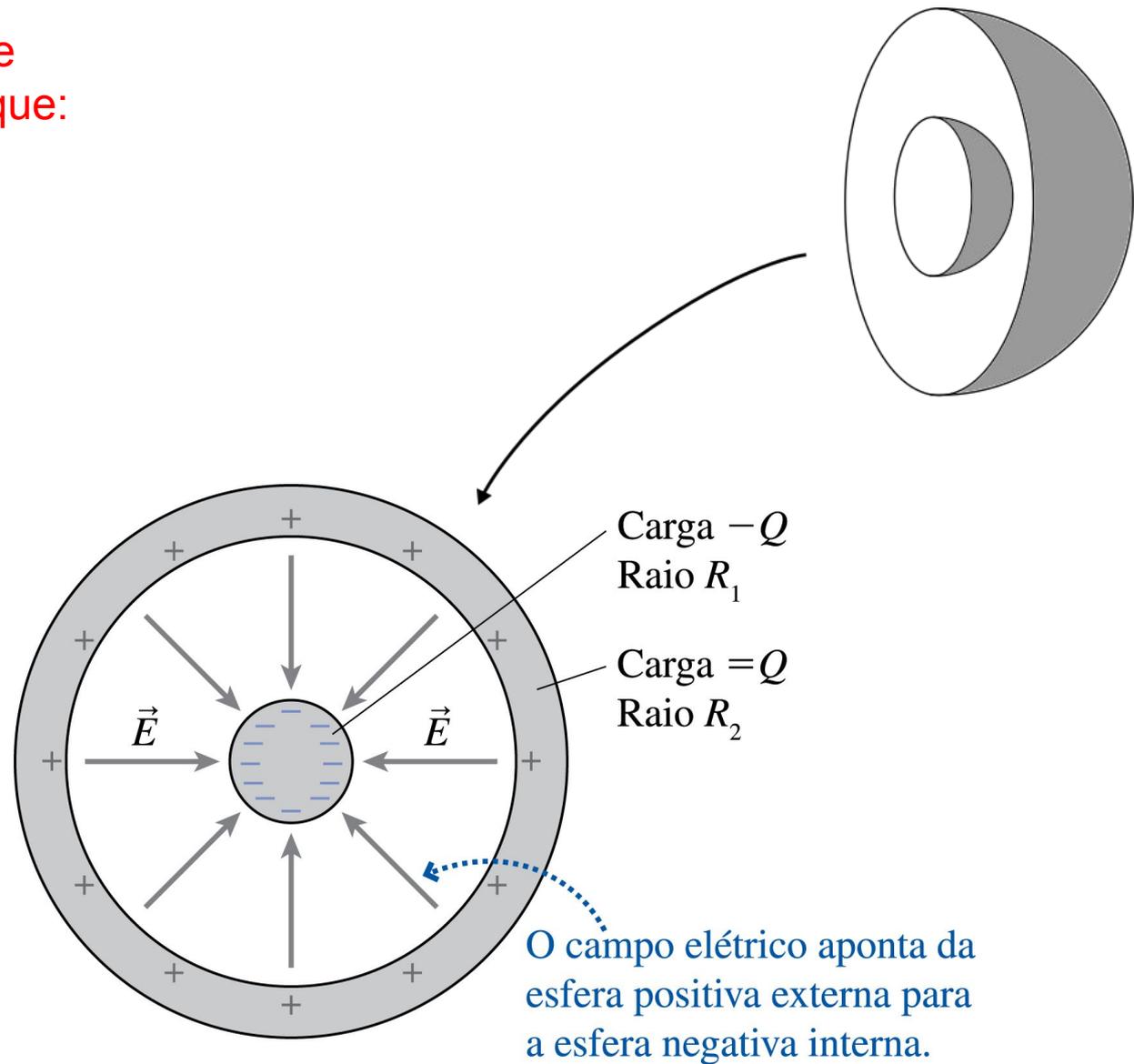
Feito em aula...

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

Capacitores: problema

Usando a metodologia do cálculo de capacitância feito em aula, mostre que:

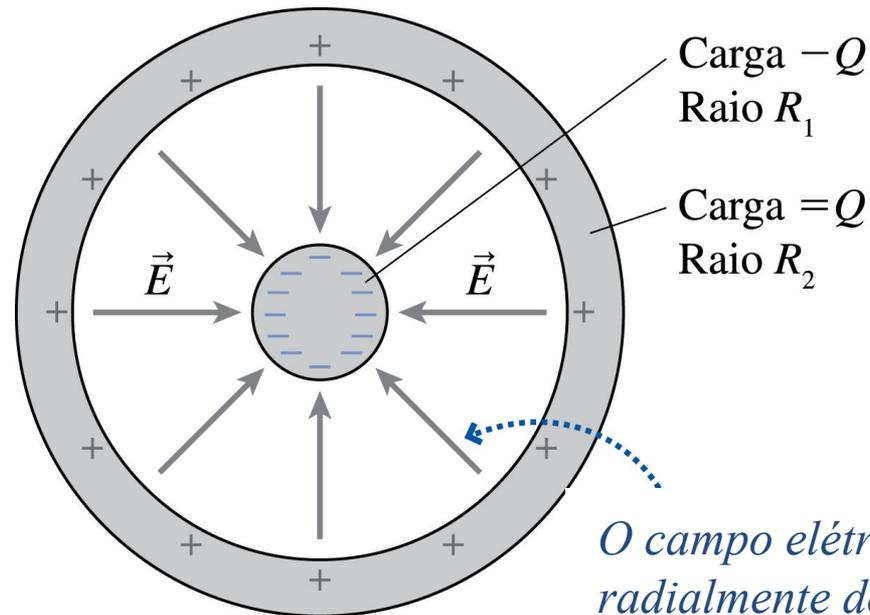
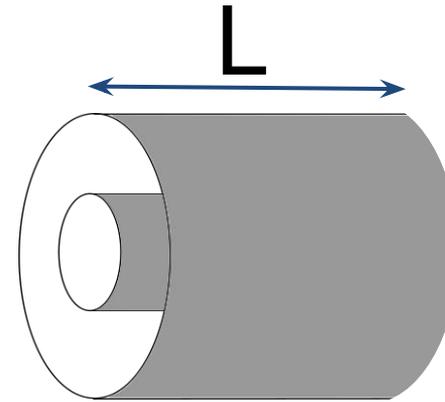
$$C = 4\pi\epsilon_0 \frac{ab}{b - a}$$



Capacitores: problema

Usando a metodologia do cálculo de capacitância feito em aula, mostre que:

B) Cilíndrico



$$C = 2\pi\epsilon_0 \frac{L}{\ln(b/a)}$$



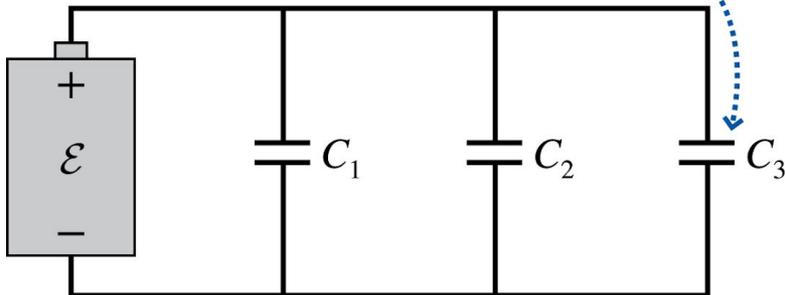
Capacitores

Construindo capacitores genéricos...

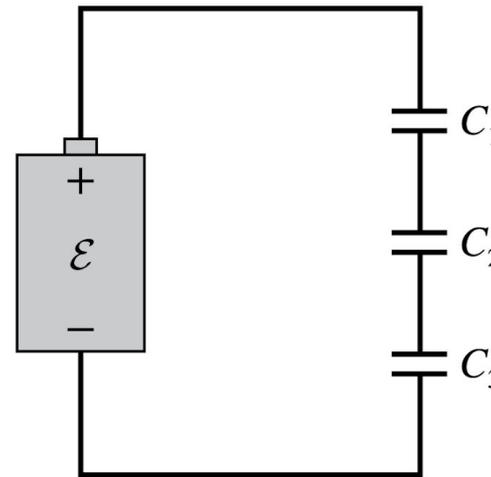
Na prática, temos comercialmente apenas alguns capacitores com capacitâncias específicas.

Contudo, podemos associá-los...

Em circuitos, o símbolo para um capacitor são duas linhas paralelas.



Capacitores em paralelo são ligados por suas partes superiores e inferiores.



Capacitores em série são ligados pelas extremidades, formando uma fileira.

$$C_{equiv} = C_1 + C_2 + \dots$$

Paralelo

$$C_{equiv} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$

série

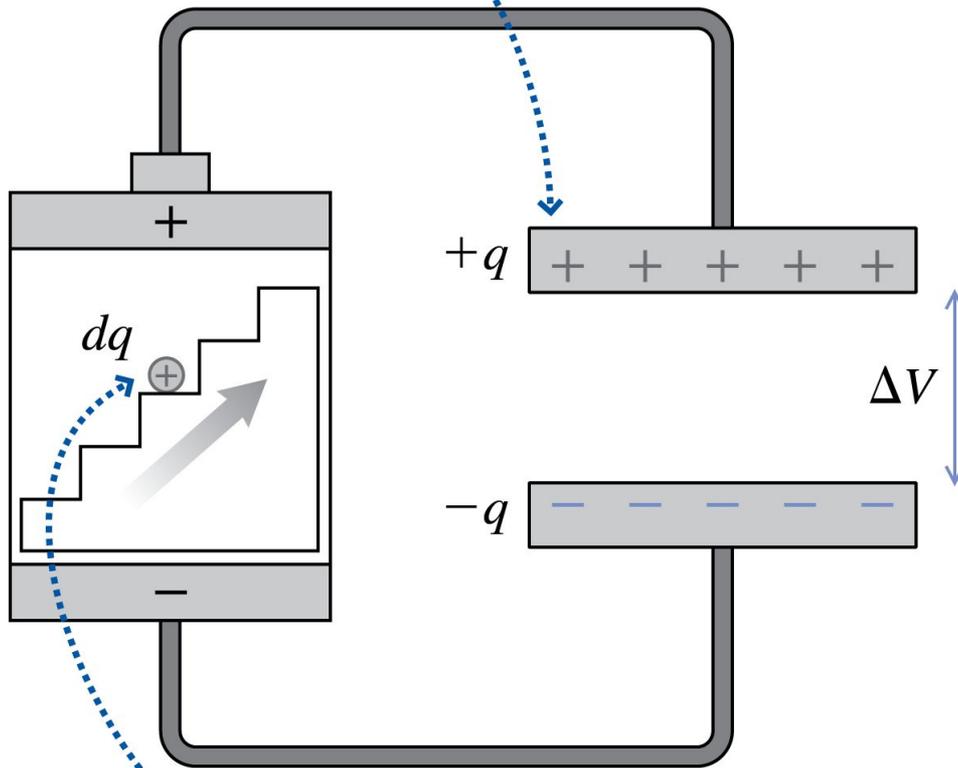


Capacitores

Energia armazenada em um capacitor

O valor instantâneo da carga nas duas placas é $\pm q$

A carga instantânea das placas é $\pm q$.



A escada rolante de cargas realiza trabalho igual a $dq\Delta V$ para transferir a carga dq da placa negativa para a positiva.

Durante o processo de carregamento:

$$dU = dq\Delta V$$



$$U_{\text{capacitor}} = \frac{q^2}{2C} = \frac{C\Delta V^2}{2} = \frac{q\Delta V}{C}$$

Densidade de carga:

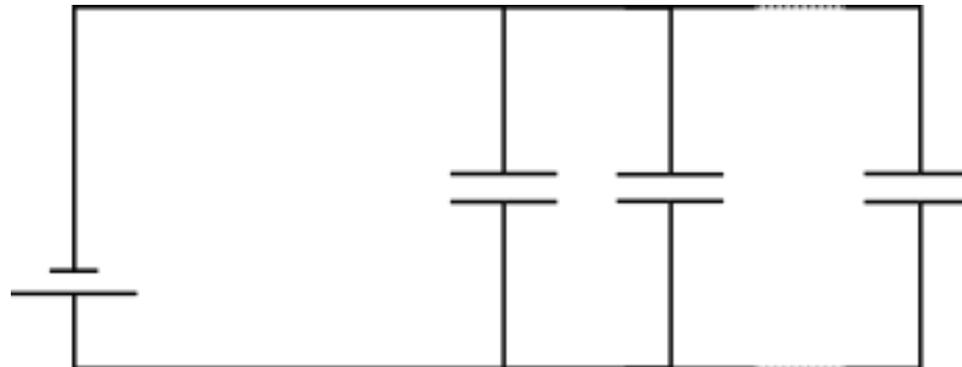
$$u_E = \frac{\epsilon_0}{2} E^2$$

Capacitores: problema

Problema da P1

14ª questão - Quando dois ou mais capacitores são conectados em paralelo a uma bateria (conforme ilustrado abaixo),

- A) a tensão em cada capacitor é a mesma.
- B) cada capacitor carrega a mesma quantidade de carga.
- C) a capacitância equivalente da combinação é menor que a capacitância de qualquer um dos capacitores.
- D) todas as respostas anteriores estão corretas
- E) nenhuma das respostas anteriores



Capacitores: problema

Problema da P1

14ª questão - Quando dois ou mais capacitores são conectados em paralelo a uma bateria (conforme ilustrado abaixo),

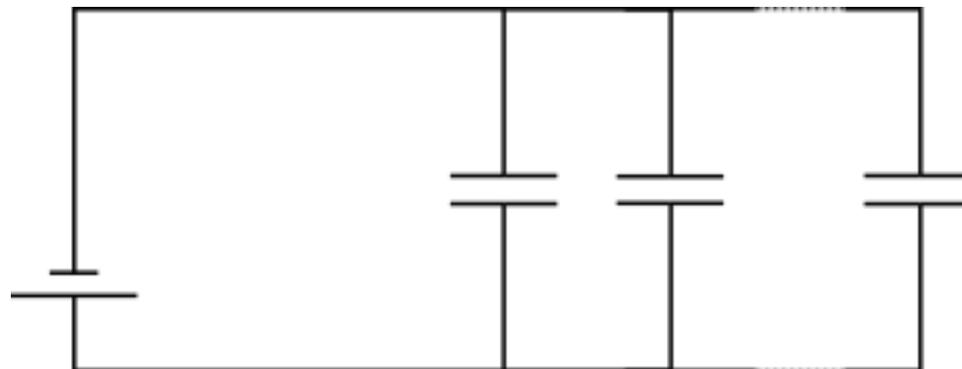
A) a tensão em cada capacitor é a mesma.

B) cada capacitor carrega a mesma quantidade de carga.

C) a capacitância equivalente da combinação é menor que a capacitância de qualquer um dos capacitores.

D) todas as respostas anteriores estão corretas

E) nenhuma das respostas anteriores

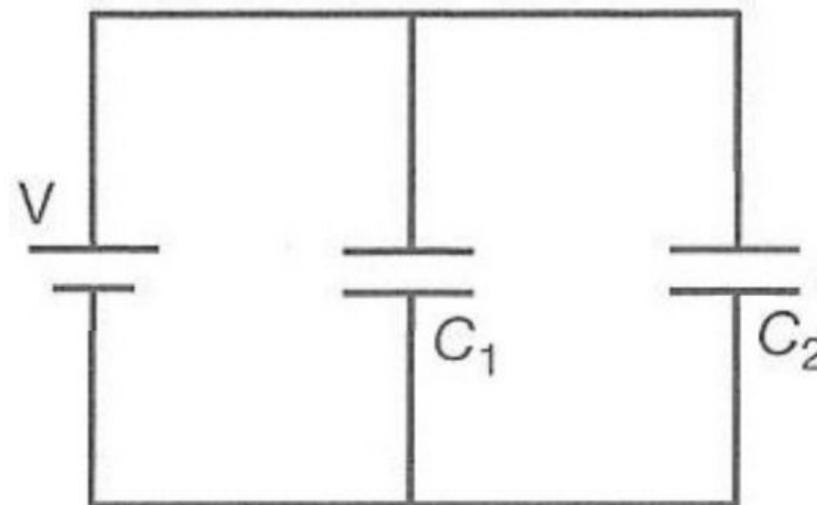


Capacitores: problema

P2- 2018-1

14) Uma bateria de 100V é conectada a um arranjo com dois capacitores de $C_1=5,00\mu\text{F}$ e $C_2=25,00\mu\text{F}$ associados em paralelo conforme a figura. A energia total armazenada nos capacitores vale:

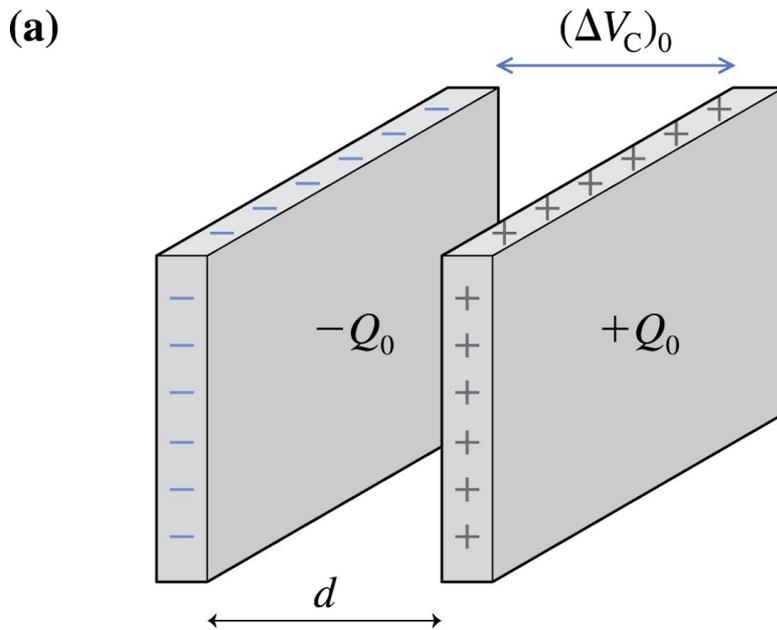
- A) 0,05J
- B) 0,10J
- C) 0,15J
- D) 0,20J
- E) 0,25J



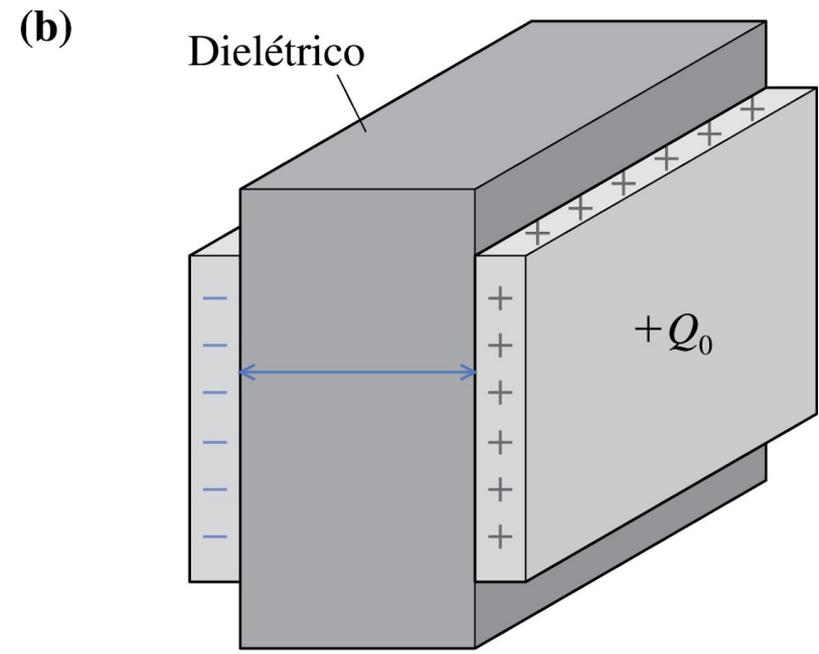


Dielétricos: isolantes em presença de campos elétricos

Consideremos o mesmo capacitor em duas situações



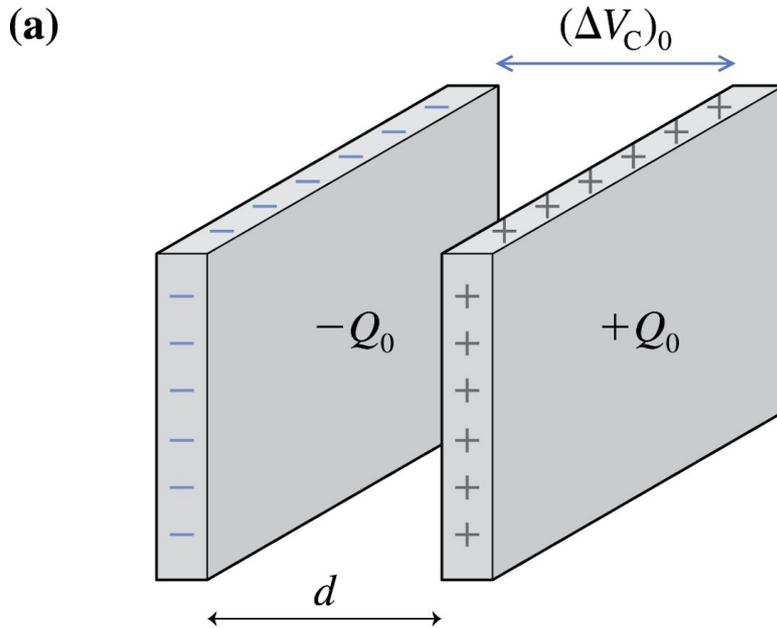
Capacitância C_0 a vácuo



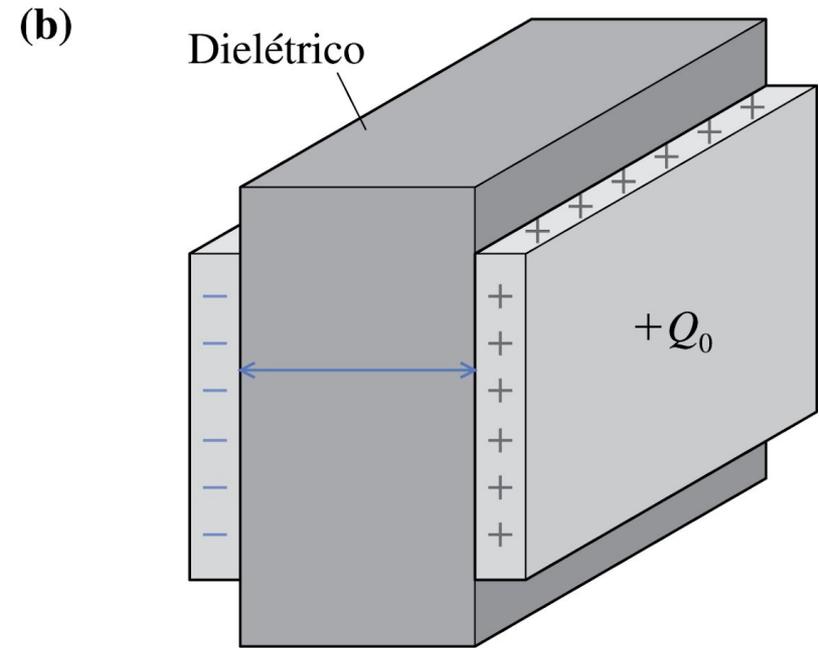
Capacitância $C > C_0$



Dielétricos: isolantes em presença de campos elétricos - A exp. de Faraday



Capacitância C_0 a vácuo



Capacitância $C > C_0$

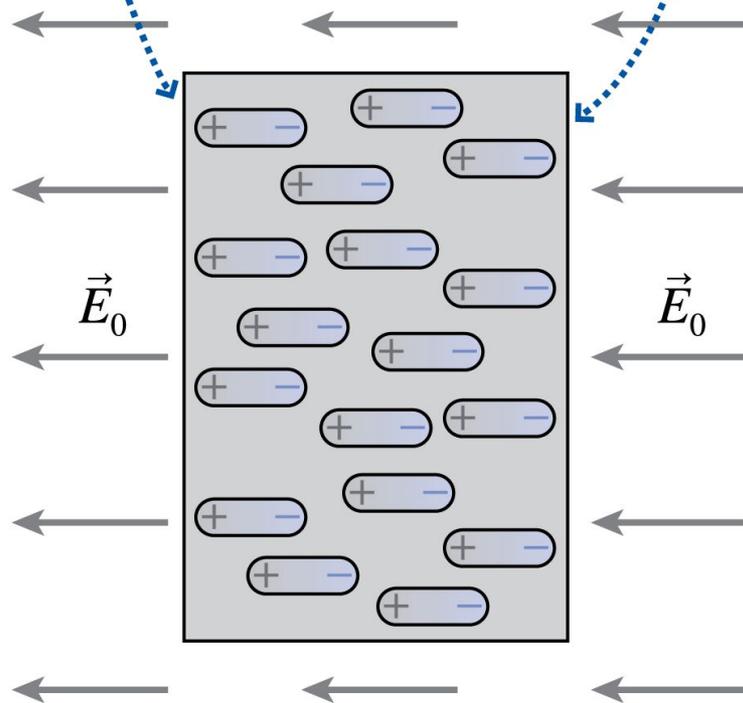
O que muda com a inserção de um dielétrico?

$$C = \frac{Q}{\Delta V_C} > \frac{Q_0}{(\Delta V_C)_0} = C_0$$

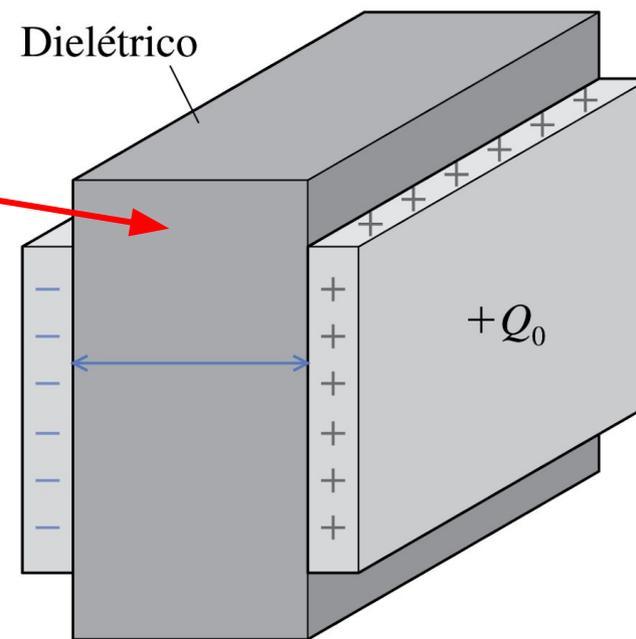
Olhando a estrutura microscópica do dielétrico

Excesso de carga positiva sobre essa superfície

Excesso de carga negativa sobre essa superfície



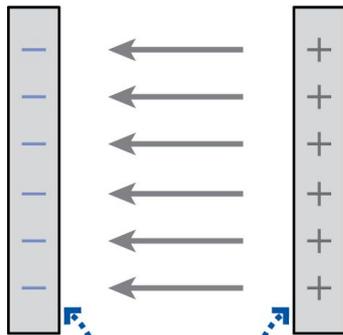
Medições experimentais revelam... $\Delta V_C < (\Delta V_C)_0$



Capacitância $C > C_0$

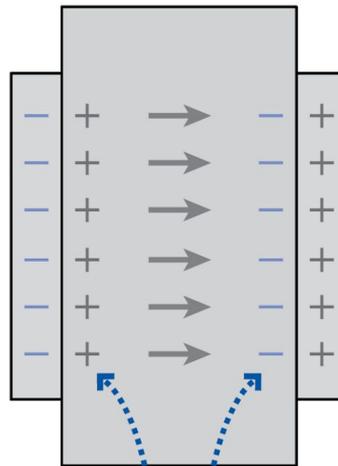
Dielétricos: isolantes em presença de campos elétricos

$$E_0 = \frac{\eta_0}{\epsilon_0}$$

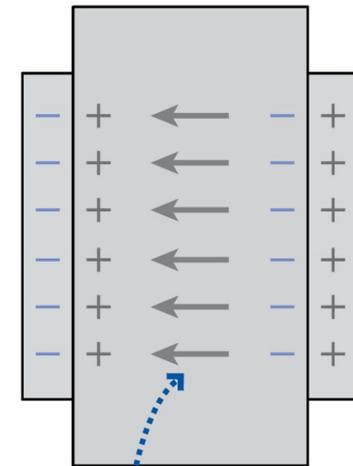
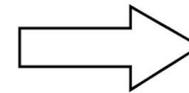


A densidade de carga superficial $\pm \eta_0$ nas placas do capacitor

$$E_{\text{induzido}} = \frac{\eta_{\text{induzido}}}{\epsilon_0}$$



O dielétrico polarizado possui uma densidade de carga superficial $\pm \eta_{\text{induzida}}$. $\vec{E}_{\text{induzido}}$ é oposto a \vec{E}_0 .



O campo elétrico resultante é a superposição $\vec{E}_0 + \vec{E}_{\text{induzido}}$. Ele ainda aponta da placa positiva para a negativa, porém é mais fraco do que E_0 .

A constante dielétrica: $\kappa \equiv \frac{E_0}{E} \Rightarrow \Delta V_C = Ed = \frac{E_0}{\kappa} d = \frac{(\Delta V_C)_0}{\kappa}$



Dielétricos: isolantes em presença de campos elétricos

Em resumo:

$$C = \frac{Q}{\Delta V_C} = \frac{Q_0}{(\Delta V_C)_0 / \kappa} = \kappa \frac{Q_0}{(\Delta V_C)_0}$$

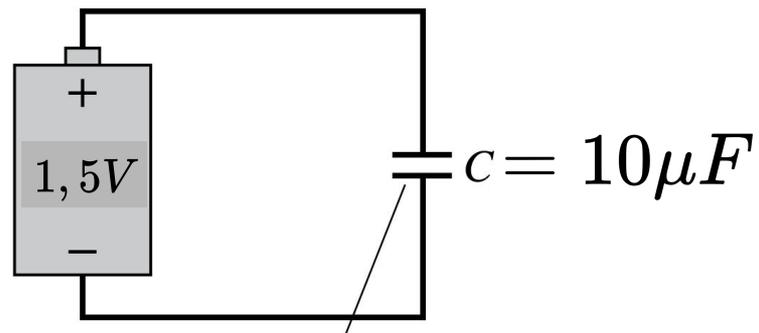
onde demonstramos em aula que:

$$\eta_{\text{induzido}} = \eta_0 \left(1 - \frac{1}{\kappa} \right)$$

Capacitores: problema

Problema 3

Qual será a carga final no capacitor?





Capacitores: problema

P2 - 2018-1

06) (0,5 ponto) Um capacitor de capacitância C_0 no vácuo é conectado a uma bateria que sustenta uma tensão $(\Delta V)_0$ adquirindo, portanto, uma carga Q_0 . A seguir, o capacitor é desconectado da bateria e um dielétrico de constante $\kappa=2$ é inserido entre suas placas. Os novos valores da capacitância C , da carga Q e da tensão entre as placas ΔV serão:

- A) $C=2 C_0$; $Q= Q_0$; $\Delta V = (\Delta V)_0$
- B) $C=2 C_0$; $Q= 2Q_0$; $\Delta V = (\Delta V)_0/2$
- C) $C=2 C_0$; $Q= Q_0$; $\Delta V = (\Delta V)_0/2$
- D) $C=C_0$; $Q= Q_0$; $\Delta V = (\Delta V)_0$
- E) $C=2 C_0$; $Q= 2Q_0$; $\Delta V = 2(\Delta V)_0$

