

FÍSICA BÁSICA III

Aula 7: Capacitores

Capacitores

- O capacitor é um dispositivo que serve para armazenar energia potencial elétrica.
- Um capacitor é constituído por dois condutor separados por um isolante.
- A capacidade de um capacitor armazenar energia é dada pela capacitância.
- Um capacitor pode ser representado em um circuito da seguinte forma:



Capacitância

- Um capacitor tem carga Q quando os condutores que o compõem tem cargas $+Q$ e $-Q$.
- Quando um capacitor está carregado existe uma diferença de potencial V_{ab} entre os seus condutores.
- A razão entre a cargas e a diferença de potencial é chamada de capacitância.

Capacitância de um capacitor $\dots\dots\dots C = \frac{Q}{V_{ab}}$

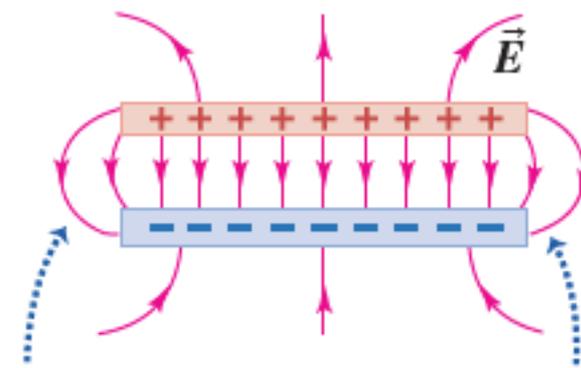
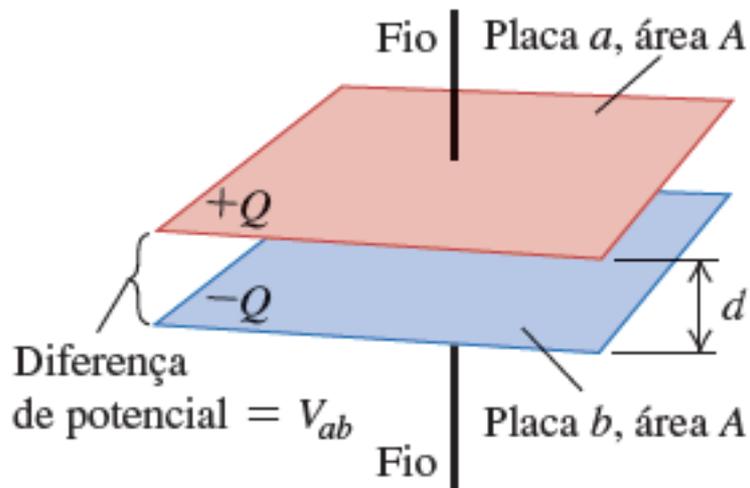
$\dots\dots\dots$ Módulo da carga de cada condutor

$\dots\dots\dots$ Diferença de potencial entre os condutores (a possui carga $+Q$, b possui carga $-Q$)

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

Capacitores no vácuo

- Vamos começar calculando os capacitores mais simples possíveis:
 - Possui vácuo entre os condutores;
 - Capacitor de placas paralelas.



Quando a distância entre as placas é menor que as dimensões das placas, a distorção do campo elétrico nas bordas do capacitor é desprezível.

Capacitores no vácuo

- Neste caso, podemos ver que o campo elétrico entre as placas é:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \quad \epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

- A diferença de potencial é dada por:

$$V_{ab} = Ed = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{Qd}{A}$$

Capacitância de um capacitor com placas paralelas no vácuo

$$C = \frac{Q}{V_{ab}}$$

Diferença de potencial entre as placas

Módulo da carga de cada condutor

Área de cada placa

Distância entre as placas

Constante elétrica

Exemplos 1:

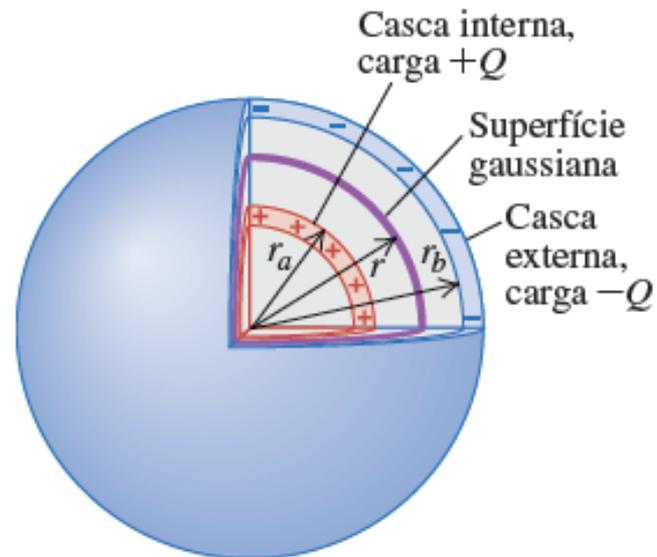
- A distância entre as placas paralelas de um capacitor de $1,0 \text{ F}$ é igual a $1,0 \text{ mm}$. Qual é a área de cada placa?

Exemplos 2:

- A distância entre as placas de um capacitor com placas paralelas é igual a 5,00 mm e a área da placa é de 2,00 m². Uma diferença de potencial de 10,0 kV é mantida através do capacitor. Calcule: (a) a capacitância; (b) a carga de cada placa; e (c) o módulo do campo elétrico no espaço entre as placas.

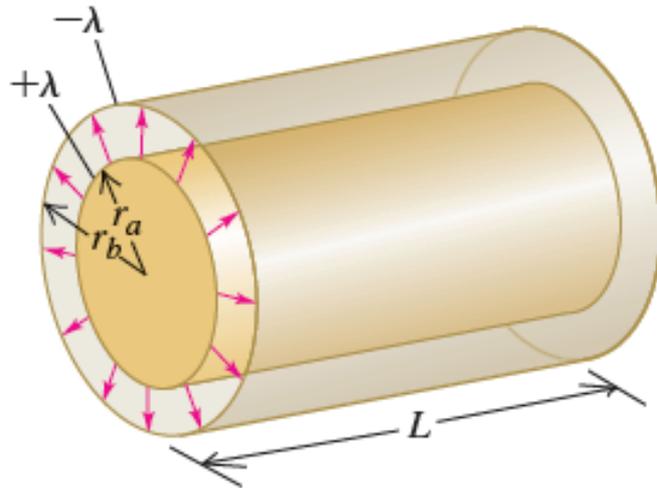
Exemplos 3:

- Duas cascas esféricas condutoras concêntricas estão separadas pelo vácuo. A casca esférica interna possui carga total $+Q$ e raio externo r_a , e a casca esférica externa possui carga $-Q$ e raio interno r_b . Calcule a capacitância desse capacitor esférico.



Exemplos 4:

- Dois longos cilindros coaxiais estão separados pelo vácuo. O cilindro interno possui um raio r_a e densidade linear de carga λ . O cilindro externo possui raio interno r_b e densidade linear de carga $-\lambda$. Calcule a capacitância por unidade de comprimento desse capacitor.



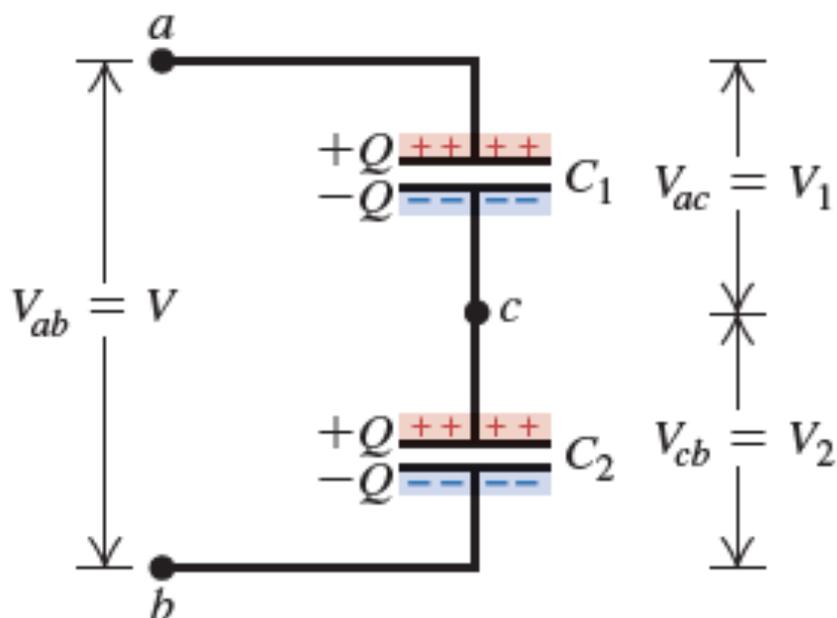
Capacitores em série

- Podemos associar capacitores em série.

Capacitores em série:

- Os capacitores possuem a mesma carga Q .
- A soma das diferenças de potencial é:

$$V_{ac} + V_{cb} = V_{ab}$$



$$V_{ac} = V_1 = \frac{Q}{C_1}$$

$$V_{cb} = V_2 = \frac{Q}{C_2}$$

$$V_{ab} = V = V_1 + V_2 = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$$

$$\frac{V}{Q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Capacitância equivalente

- A capacitância equivalente é dada pela carga total Q dividida pela diferença de potencial V_{ab} .

$$C_{eq} = \frac{Q}{V} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{C_{eq}} = \frac{V}{Q}$$

- Então a capacitância equivalente quando associamos capacitores em série é:

**Capacitores
em série:**

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

Capacitância equivalente
da combinação em série

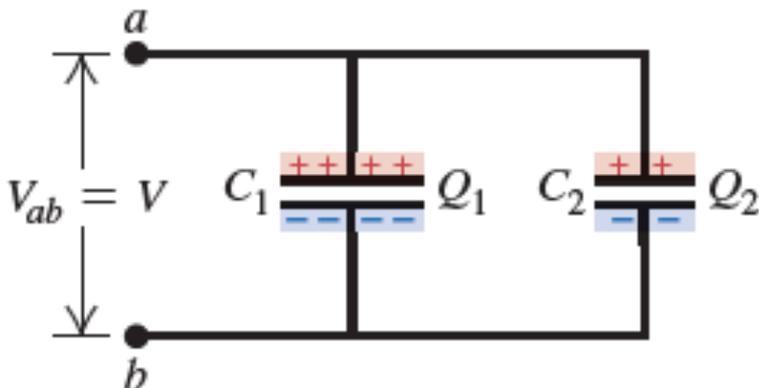
Capacitâncias dos
capacitores individuais

Capacitores em paralelo

- Podemos associar capacitores em paralelo.

Capacitores em paralelo:

- Os capacitores possuem o mesmo potencial V .
- A carga de cada capacitor depende de sua capacitância: $Q_1 = C_1V$, $Q_2 = C_2V$.



$$Q_1 = C_1V \quad \text{e} \quad Q_2 = C_2V$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = (C_1 + C_2)V$$

$$\frac{Q}{V} = C_1 + C_2$$

Capacitância equivalente

- A capacitância equivalente é dada pela carga total Q dividida pela diferença de potencial V_{ab} .

$$C_{eq} = \frac{Q}{V} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{C_{eq}} = \frac{V}{Q}$$

- Então a capacitância equivalente quando associamos capacitores em paralelo é:

Capacitores
em paralelo:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

Capacitância equivalente da combinação em paralelo

Capacitâncias dos capacitores individuais

Exemplos 5:

- Calcule a capacitância equivalente da combinação de capacitores a seguir.

