

# FÍSICA BÁSICA III

---

Aula 8: Dieléctricos

# Energia em capacitores

- Podemos obter a energia armazenada em um capacitor através do trabalho realizado para carregá-lo.

$$dW = v dq$$

onde  $dq$  é uma pequena quantidade de carga adicionada ao capacitor e  $v$  é a diferença de potencial provocada por essa carga. Se lembrarmos que

$$v = \frac{Q}{C}$$

Então

$$dW = \frac{q dq}{C}$$

# Energia em capacitores

- Para carregarmos completamente o capacitor devemos integrar essa expressão.

$$W = \int_0^W dW = \frac{1}{C} \int_0^Q q dq = \frac{Q^2}{2C}$$

- Ou

Energia potencial acumulada em um capacitor

Módulo da carga em cada placa

$$U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV$$

Capacitância

Diferença de potencial entre as placas

# Densidade de energia

- Outra quantidade importante é a densidade de energia em um capacitor.

$$u = \text{Densidade de energia} = \frac{\frac{1}{2}CV^2}{Ad}$$

- Que também pode ser escrita em termos do campo elétrico.

Densidade de energia  
elétrica no vácuo



$$u = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$$



Módulo do campo elétrico

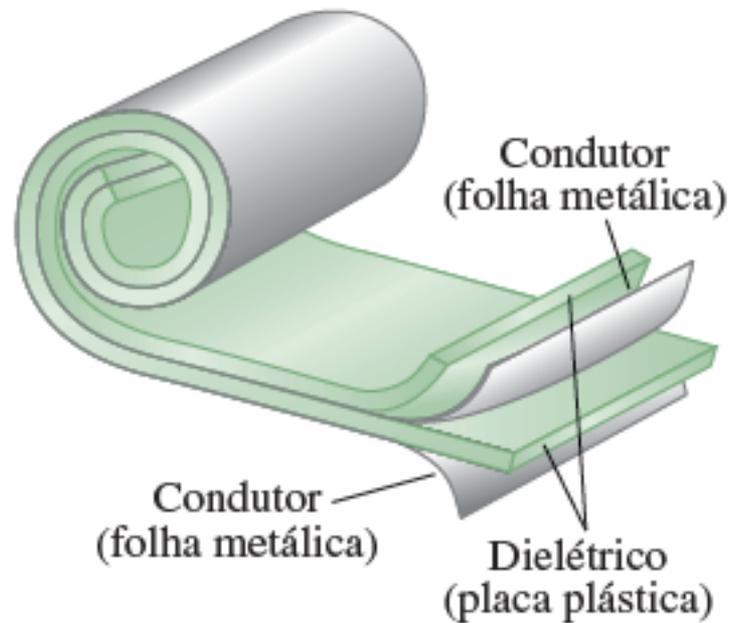
Constante elétrica

# Exemplos 1:

- (a) Qual é o módulo do campo elétrico necessário para armazenar 1,00 J de energia potencial elétrica em um volume de 1,0 m<sup>3</sup> no vácuo? (b) Caso o módulo do campo elétrico fosse 10 vezes maior, qual seria a quantidade de energia armazenada por metro cúbico?

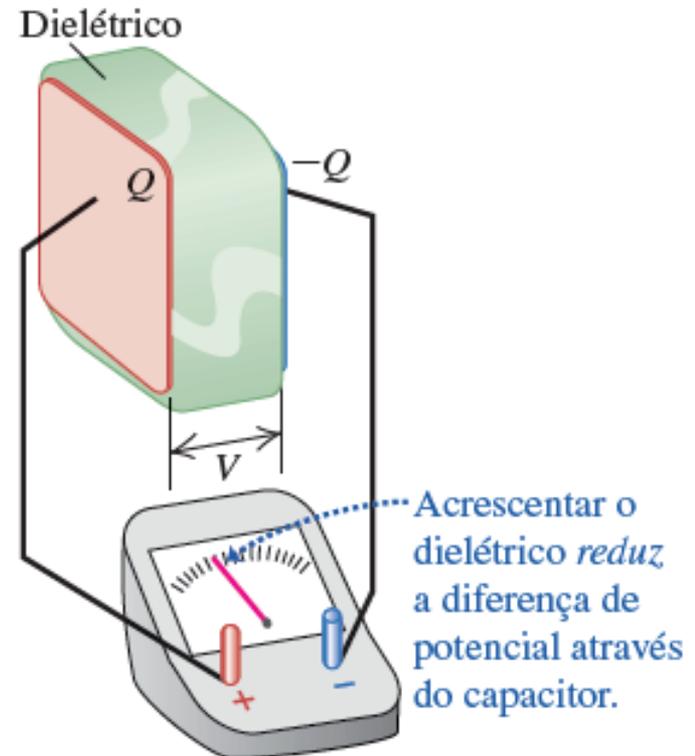
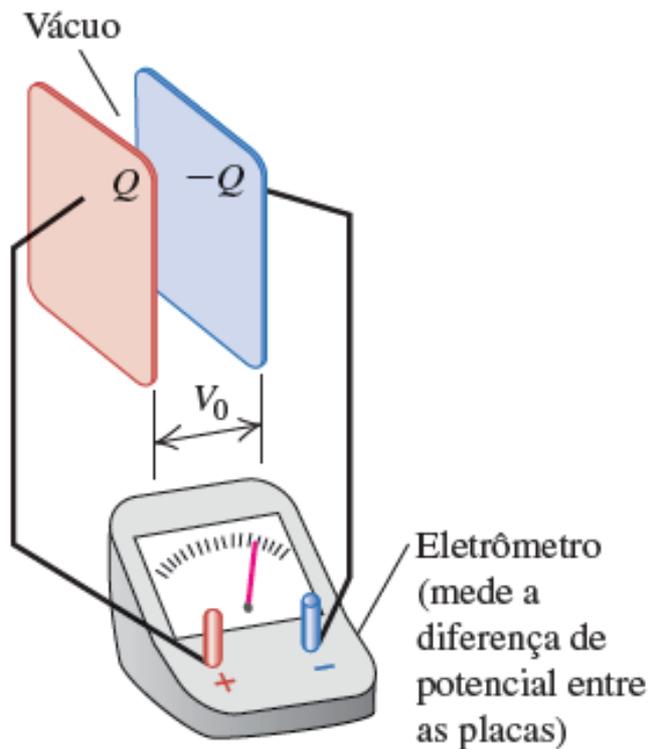
# Dielétrico

- Dielétrico é o material isolante colocado entre as placas de um capacitor para aumentar sua capacitância.



# Dielétrico

- Quando acrescentamos o dielétrico a capacitância aumenta, logo para uma mesma carga a diferença de potencial deve diminuir.



# Dielétricos

- Podemos, então estabelecer uma constante dielétrica para os materiais.

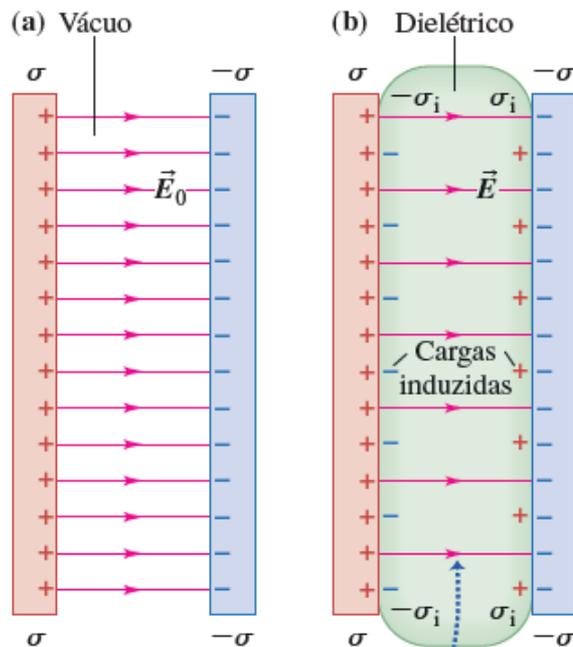
$$K = \frac{C}{C_0}$$

$$V = \frac{V_0}{K}$$

Material	$K$	Material	$K$
Vácuo	1	Cloreto de polivinila	3,18
Ar (1 atm)	1,00059	Plexiglas <sup>®</sup>	3,40
Ar (100 atm)	1,0548	Vidro	5–10
Teflon <sup>®</sup>	2,1	Neoprene	6,70
Polietileno	2,25	Germânio	16
Benzeno	2,28	Glicerina	42,5
Mica	3–6	Água	80,4
Mylar <sup>®</sup>	3,1	Titanato de estrôncio	310

# Dielétricos

- O que ocorre quando utilizamos o dielétrico é uma polarização de cargas nesse material, reduzindo o campo elétrico.



Para uma dada densidade de carga  $\sigma$ , as cargas induzidas sobre as superfícies dielétricas reduzem o campo elétrico entre as placas.

$$E = \frac{E_0}{K}$$

$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad E = \frac{\sigma - \sigma_i}{\epsilon_0}$$

$$\sigma_i = \sigma \left( 1 - \frac{1}{K} \right)$$

# Permissividade no dielétrico

- Desta forma, podemos definir a permissividade no dielétrico em função da permissividade no vácuo.

$$\epsilon = K\epsilon_0 \quad \longrightarrow \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

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

Capacitância de um capacitor com placas paralelas, dielétrico entre as placas

Constante dielétrica

Área de cada placa

Permissividade =  $K\epsilon_0$

$$C = KC_0 = K\epsilon_0 \frac{A}{d} = \epsilon \frac{A}{d}$$

Capacitância sem dielétrico

Constante elétrica

Distância entre as placas

## Exemplos 2:

- Suponha que cada uma das placas paralelas possua área igual a  $2000 \text{ cm}^2$  ( $2,0 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ ) e que a distância entre as placas seja igual a  $1,0 \text{ cm}$  ( $1,0 \times 10^{-2} \text{ m}$ ). O capacitor está conectado a uma fonte de alimentação e é carregado até que a diferença de potencial atinja um valor  $V_0 = 3,0 \text{ kV}$ . A seguir, ele é desconectado da fonte de alimentação e uma camada de material plástico isolante é inserida entre as placas do capacitor, preenchendo completamente o espaço entre elas. Verificamos que a diferença de potencial diminui para  $1,0 \text{ kV}$ , enquanto a carga de cada capacitor permanece constante. Calcule (a) a capacitância original  $C_0$ ; (b) o módulo da carga  $Q$  de cada placa; (c) a capacitância  $C$  depois que o dielétrico é inserido; (d) a constante dielétrica  $K$  do dielétrico; (e) a permissividade  $\epsilon$  do dielétrico; (f) o módulo da carga induzida  $Q_i$  em cada face do dielétrico; (g) o campo elétrico original  $E_0$  entre as placas; e (h) o campo elétrico  $E$  depois que o dielétrico é inserido.