

# FÍSICA III

PROFESSORA MAUREN POMALIS

[mauren.pomalis@unir.br](mailto:mauren.pomalis@unir.br)

ENG. ELÉTRICA - 3º PERÍODO

UNIR/Porto Velho

2017/1

# SUMÁRIO

- Revisão
- Faraday
- Dielétricos
- Dielétricos em capacitores
- Aplicação da Lei de Gauss
- Exemplos



# REVISÃO

$$C = \frac{q}{V} \quad \text{farad (F): } 1 \text{ F} = 1 \text{ C/V.}$$



Figura 24.7 Diversos tipos de capacitores disponíveis comercialmente.

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (\text{capacitor de placas paralelas}).$$

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

$$C = 4\pi\epsilon_0 \frac{ab}{b-a} \quad (\text{capacitor esférico})$$

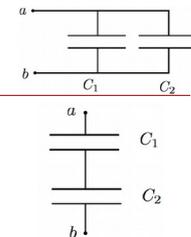
$$C = 4\pi\epsilon_0 R \quad (\text{esfera isolada})$$

$$C_{\text{eq}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad (\text{parallel combination})$$

$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \quad (\text{series combination})$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \quad (\text{energia potencial})$$

$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \quad (\text{densidade de energia})$$



# FARADAY



- Michael Faraday (1791-1867)
- De origem humilde, foi encadernador, por isso teve acesso a muitos livros. Despertando assim o interesse por ciência, se tornando, então, físico-químico.
- Fez experimentos com dielétricos em capacitores por volta de 1837.
- A unidade Farad é em sua homenagem.



# FARADAY

- Michael Faraday (1791-1867)
- Experimentos com dielétricos em capacitores:



**FIG. 25-13** Equipamento usado por Faraday em suas experiências com capacitores. O dispositivo completo (segundo da esquerda para a direita) constitui um capacitor esférico formado por uma esfera central de bronze e uma casca concêntrica feita do mesmo material. Faraday colocou vários dielétricos diferentes no espaço entre a esfera e a casca. (*The Royal Institute, England/Bridgeman Art Library/NY*)



# DIELÉTRICOS

- Dielétrico num capacitor
- Ar normal = dielétrico.
  - Considerando-se dessa forma, qualquer capacitor tem um dielétrico entre suas placas.
  - Porém, não é com o ar o foco do estudo.
- Capacitor preenchido **com material dielétrico**: a introdução de um dielétrico (vidro, plástico, papel, madeira) entre suas placas aumenta a sua capacitância com um fator  $k$ , que é a constante dielétrica.
  - Concluiu que a capacitância era multiplicada por uma constante dielétrica, que depende do material.

$$C = \kappa C_0$$



# DIELÉTRICOS

- Constante dielétrica, dependendo do material:

Valores da constante dielétrica  $k$  para 20°C

Material	K	Material	K
Vácuo	1	Cloreto de polivinila	3,18
Ar (1 atm)	1,0005 4	Plexiglas	3,40
Ar (100 atm)	1,0548	Vidro	5–10
Teflon	2,1	Neopreno	6,70
Polietileno	2,25	Germânio	16
Benzeno	2,28	Glicerina	42,5
Mica	3–6	Água	80,4
Miliar	3,1	Titanato de estrôncio	310



# DIELÉTRICOS

- Ruptura dielétrica e rigidez dielétrica:
  - Um efeito gerado pelo preenchimento com dielétrico é a limitação de diferença de potencial (ddp). Portanto, um  $V_{\text{máx}}$ .
  - Se este valor for excedido, o material dielétrico se rompe e a consequência é surgir um caminho condutor entre as placas.
  - A rigidez dielétrica é a propriedade de suportar essa ruptura. É, portanto, a intensidade máxima do campo elétrico suportado sem que haja ruptura, medida em  $V/m$  ou  $kV/mm$ .



# DIELÉTRICOS

- Ruptura dielétrica e rigidez dielétrica

Constante dielétrica e rigidez dielétrica de alguns materiais isolantes

<b>Material</b>	<b>Constante dielétrica, <math>K</math></b>	<b>Rigidez dielétrica, <math>E_{\text{máx}}(\text{V/m})</math></b>
Policarbonato	2,8	$3 \times 10^7$
Poliéster	3,3	$6 \times 10^7$
Polipropileno	2,2	$7 \times 10^7$
Poliestireno	2,6	$2 \times 10^7$
Vidro pirex	4,7	$1 \times 10^7$



# DIELÉTRICOS

## ○ Propriedades

### Propriedades de Alguns Dielétricos<sup>a</sup>

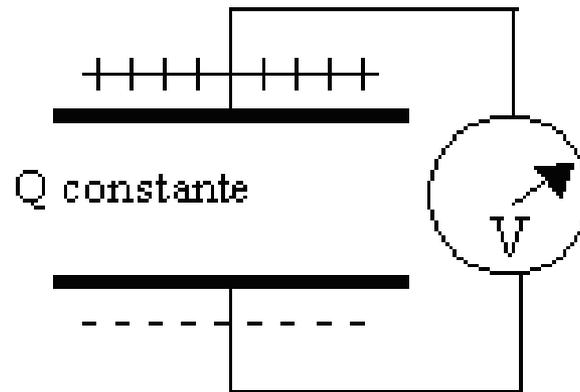
Material	Constante Dielétrica $\kappa$	Rigidez Dielétrica (kV/mm)
Ar (1 atm)	1,00054	3
Poliestireno	2,6	24
Papel	3,5	16
Óleo de transformador	4,5	
Pirex	4,7	14
Mica rubi	5,4	
Porcelana	6,5	
Silício	12	
Germânio	16	
Etanol	25	
Água (20°C)	80,4	
Água (25°C)	78,5	
Titânia	130	
Titanato de estrôncio	310	8

Para o vácuo,  $\kappa = 1$ .



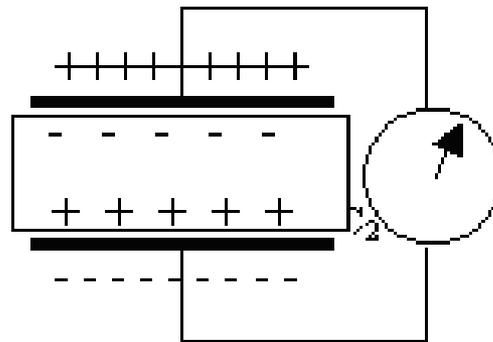
# DIELÉTRICOS

- O uso do dielétrico no capacitor:
  - Sem dielétrico



# DIELÉTRICOS

- O uso do dielétrico no capacitor:
  - Aumenta a capacitância;
  - Diminui a ddp;
  - Diminui o campo elétrico.

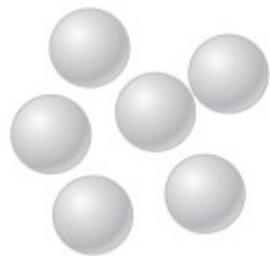


# DIELÉTRICO

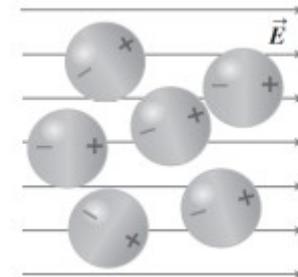
- É um material não condutor ou isolante.
  - Os elétrons não tem facilidade de movimentação neste tipo de material.

- Pode ser polar ou não polar

- Não Polar

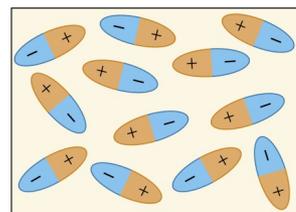


Na ausência de um campo elétrico, as moléculas não-polares não são dipolos elétricos

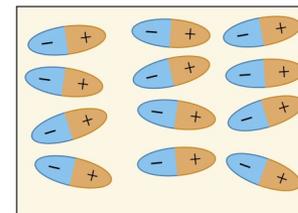


Um campo elétrico provoca uma ligeira separação entre as cargas negativa e positiva da molécula, tornando-a efetivamente polar

- Polar



(a)



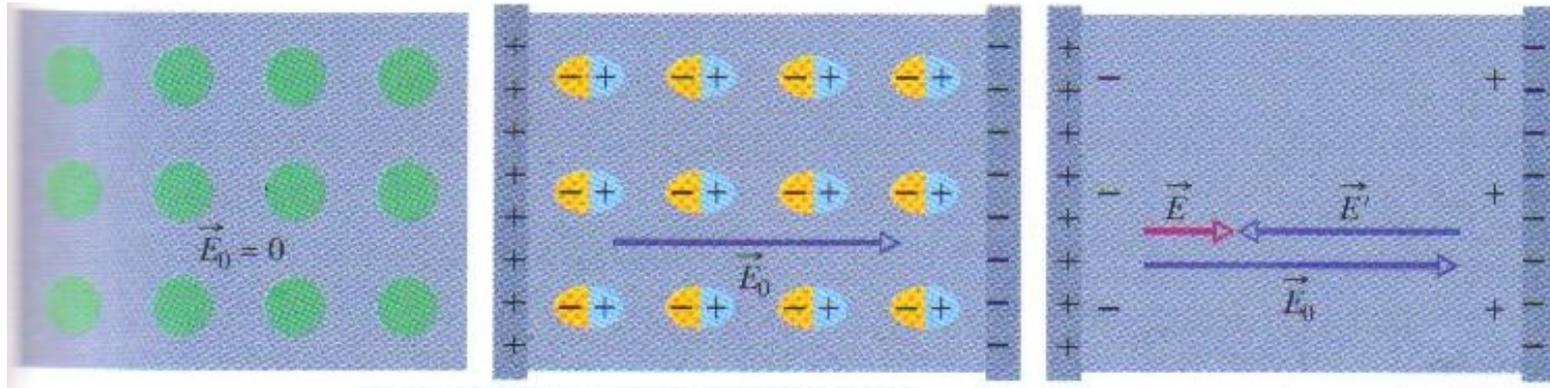
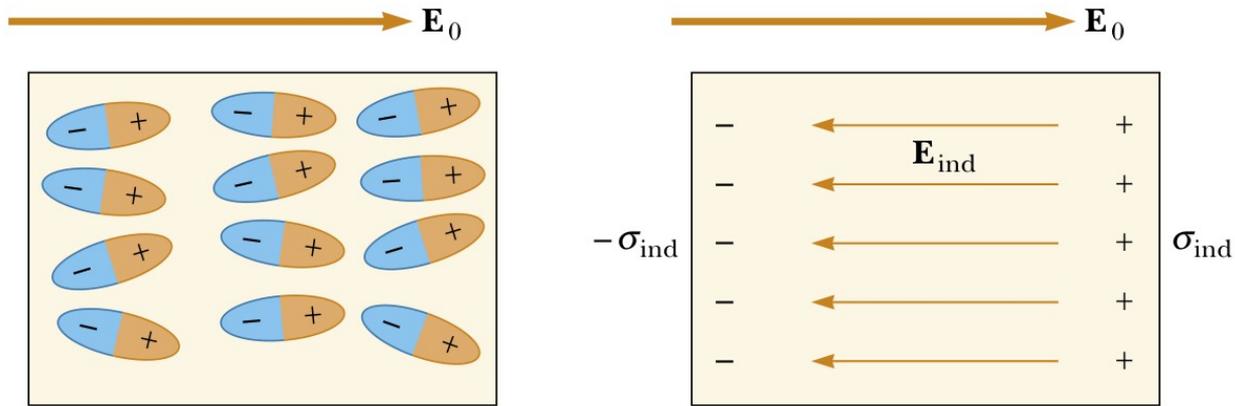
(b)

$\vec{E}_0$



$$E = \frac{1}{4\pi\kappa\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

# DIELÉTRICOS



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad (\text{superfície condutora})$$

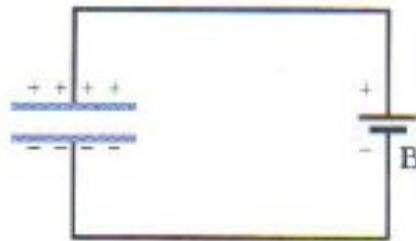
$$E = \frac{\sigma}{\kappa\epsilon_0}$$



# DIELÉTRICOS

- O uso do dielétrico no capacitor:
  - Aumenta a capacitância;

$$C = \frac{q}{V}$$



(a)

$V = \text{constante}$



(b)

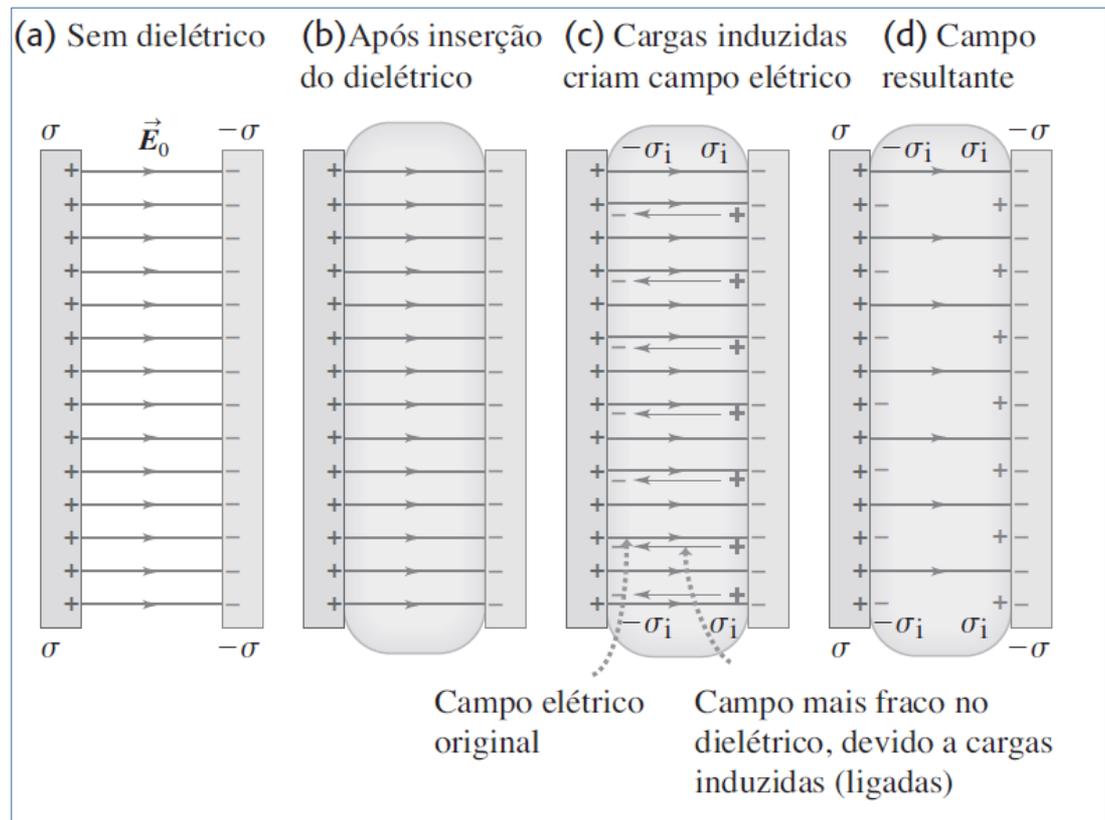
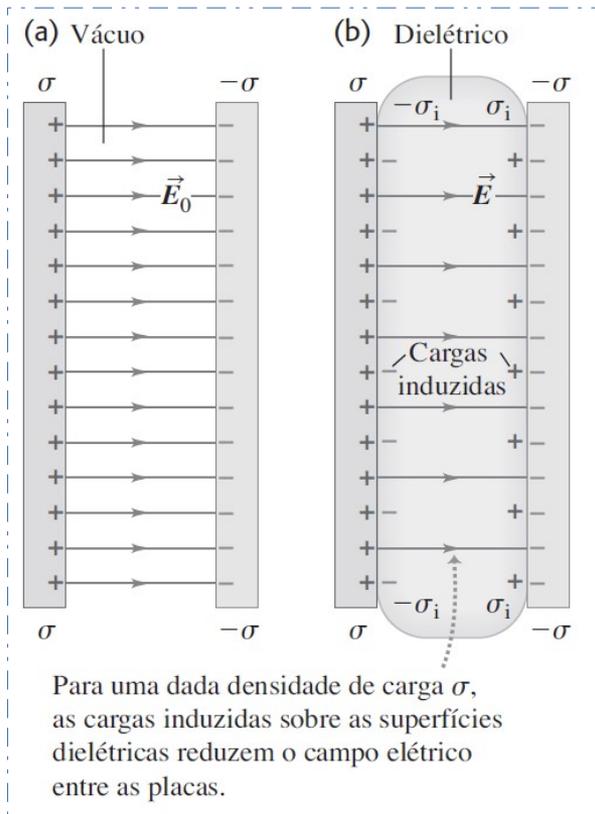
$q = \text{constante}$

$$C = \kappa C_0$$



# DIELÉTRICOS

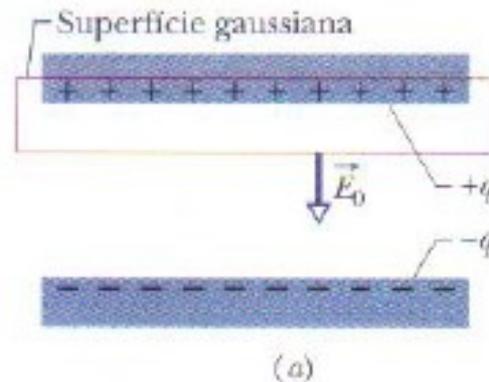
## ○ O uso do dielétrico no capacitor:



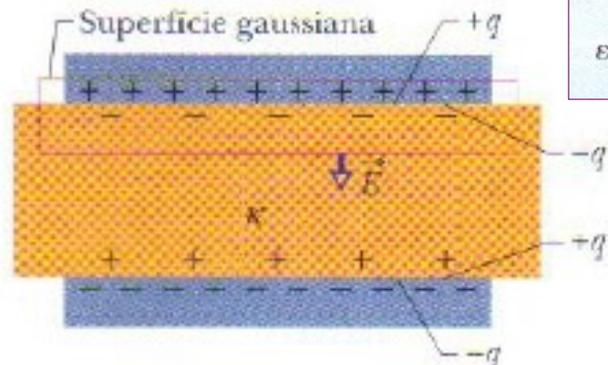
# DIELÉTRICOS

- Aplicando a Lei de Gauss:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$



$$E = \frac{\sigma}{\kappa \epsilon_0}$$



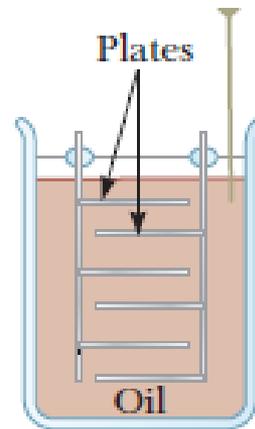
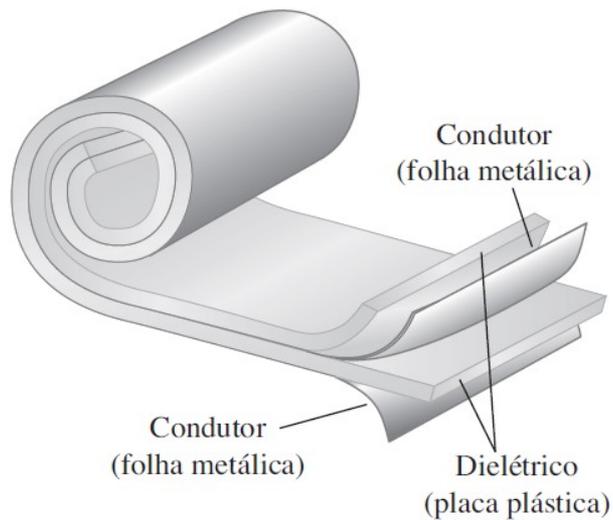
$$\epsilon_0 \oint \kappa \vec{E} \cdot d\vec{A} = q \quad (\text{Lei de Gauss com dielétrico})$$

$$\oint \vec{D} \cdot d\vec{A} = q$$

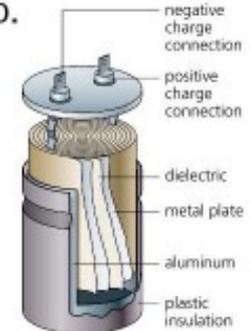
Em uma região totalmente preenchida por um material dielétrico de constante dielétrica  $\kappa$ , a permissividade do vácuo  $\epsilon_0$  deve ser substituída por  $\kappa \epsilon_0$  em todas as equações.

# DIELÉTRICOS

- Aplicação de dielétricos em capacitores:



A sua principal característica é armazenar cargas elétricas, com cargas positivas e negativas no dielétrico.



# CAPACITORES COM DIELÉTRICOS



- Dieétricos em capacitores:
- Cada tipo de capacitor apresenta suas peculiaridades, vantagens e desvantagens:
- Cerâmicos: Capacitores pequenos, de baixo custo, adequados para altas frequências. São fabricados com valores de capacitância de picofarads (pF) até 1 microfarad ( $\mu\text{F}$ ).
- Poliéster: Muito utilizados para sinais AC de baixa frequência, mas inapropriados para altas frequências. Seu valor típico de capacitância reside na ordem dos nanofarads (nF).
- Tântalo: Alta capacitância, tamanho reduzido, ótima estabilidade. Existem modelos polarizados e não-polarizados. Possuem maior custo de produção em relação aos capacitores eletrolíticos.
- Mica: São inertes, ou seja, não sofrem variação com o tempo e são muito estáveis, porém, de alto custo de produção.
- Óleo: Possuem alta capacitância e são indicados para aplicações industriais, pois suportam altas correntes e picos de tensão elevados. Possuem tamanho superior em relação a outros tipos de capacitores e seu uso é limitado a baixas frequências.
- Eletrolíticos: Nome comumente empregado aos capacitores cujo dielétrico é o óxido de alumínio imerso em uma solução eletrolítica.



# BIBLIOGRAFIA

- HALLIDAY, Resnick. Física 3. 4ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 1996.
- TIPLER, Paul. Física Volume 2. 5ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2006.
- MICKELVEY, J. P. Física. São Paulo. Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2000, v.2.
- NUSSSENSWEIG, Moises. Curso de Física básica 3. São Paulo. Editora Blucher Ltda, 1997.
- SEARS E ZEMANSKY, Física 3. São Paulo. Addison Wesley, 2003, v3.

# BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- CHAVES, Alaor. Física Básica – Eletromagnetismo. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2007.
- HALLIDAY, Resnick. Física 3. 8ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2009.
- CROWELL, Benjamin. Electricity and Magnetism. California, USA. Ed. Light and Matter, 2002.
- SERWAY, R.A.& JEWETT, J.W. Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics. 8ª edição. Ed Brooks/Cole Cengage, 2010.
- ULABY, Fawwaz T. Eletromagnetismo para engenheiros. Porto Alegre/RS. Editora Bookman, 2007. (original da Universidade de Michigan).

