

F-328 – Física Geral III

Aula exploratória-05

UNICAMP – IFGW

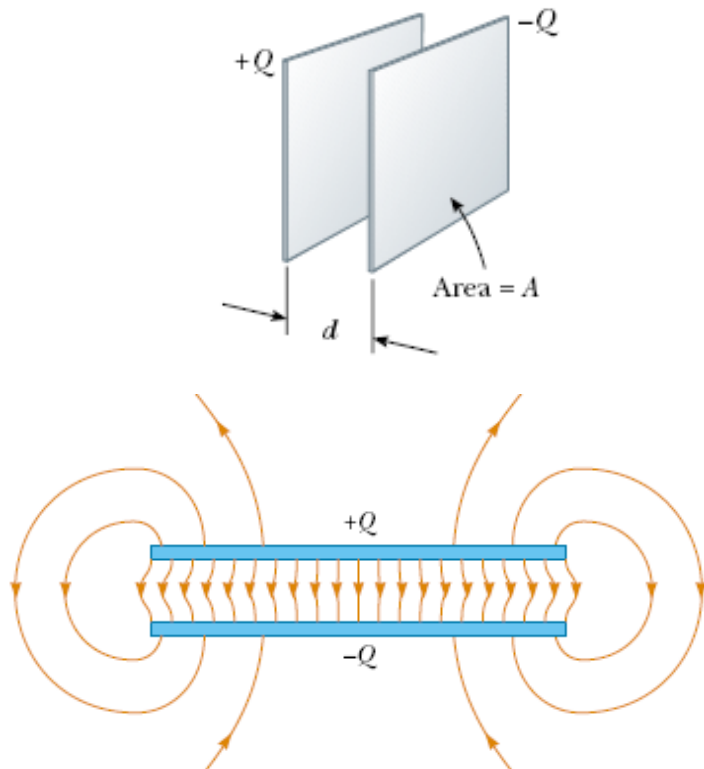
username@ifi.unicamp.br

F328 – 2o Semestre de 2013

Capacitância

Capacitores

O capacitor mais convencional é o de *placas paralelas*. Em geral, dá-se o nome de *placas do capacitor (ou armaduras)* aos condutores que o compõem, independentemente das suas formas.



Outros capacitores

Associação de capacitores em paralelo

$$q_1 = C_1 V, \quad q_2 = C_2 V \quad \text{e} \quad q_3 = C_3 V$$

$$q = q_1 + q_2 + q_3 \Rightarrow q = (C_1 + C_2 + C_3)V$$

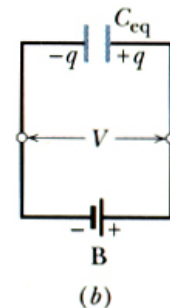
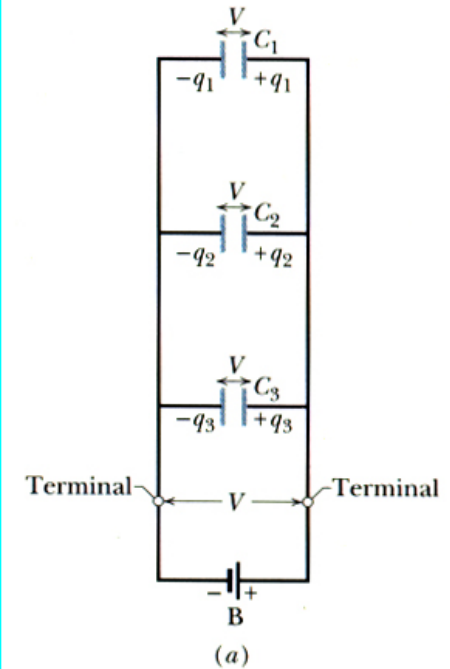
Como $q = C_{eq} V$



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

ou

$$C_{eq} = \sum_i C_i$$



Associação de capacitores em série

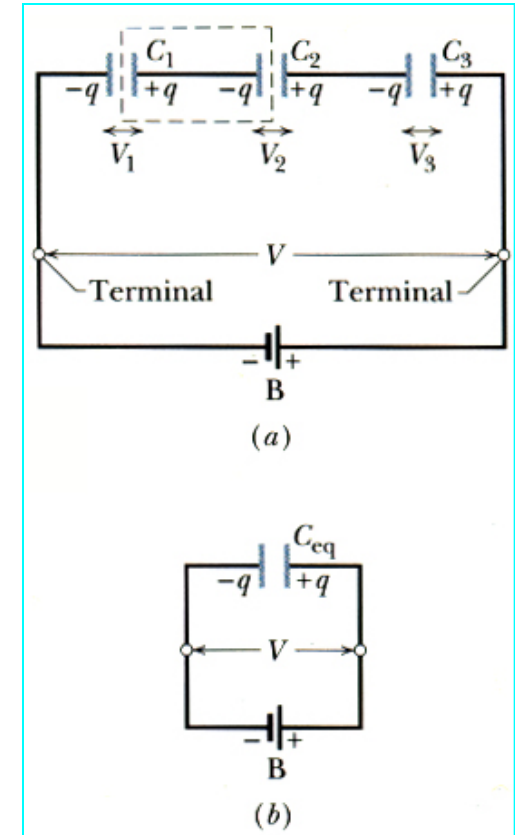
$$q = C_1 V_1, \quad q = C_2 V_2 \quad \text{e} \quad q = C_3 V_3$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

Como $V = \frac{q}{C_{eq}}$:



$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{C_{eq}} = \sum_i \frac{1}{C_i}$$



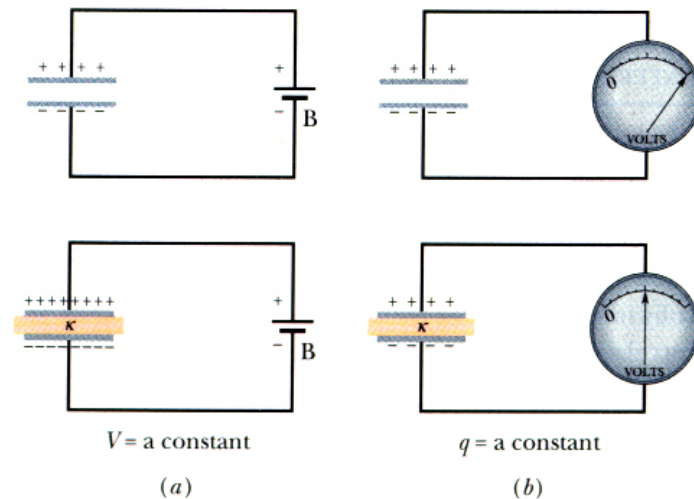
Capacitores com dielétricos

Ao colocarmos um material dielétrico entre as placas de um capacitor, se V é mantido constante, a carga das placas *aumenta*; se Q é mantida constante, V *diminui*. Como $Q = CV$, ambas as situações são compatíveis com o fato de que o dielétrico entre as placas do capacitor *faz a sua capacitância aumentar*.

Vimos: $C_0 = \epsilon_0 \Psi$ (COLOCAR L CURSIVO), onde Ψ é uma função que depende apenas da geometria e tem dimensão de comprimento.

Então, na presença de um dielétrico preenchendo *totalmente* o capacitor: $C_d = \kappa \epsilon_0 \Psi = \kappa C_0$, onde $\kappa > 1$

No vácuo, $\kappa = 1$



Lei de Gauss com dielétricos

$$(a): \oint_S \vec{E}_0(\vec{r}) \cdot \hat{n} dA = \frac{q}{\epsilon_0} \longrightarrow E_0 = \frac{q}{\epsilon_0 A}$$

$$(b): \oint_S \vec{E}(\vec{r}) \cdot \hat{n} dA = \frac{q - q'}{\epsilon_0} \longrightarrow E = \frac{q - q'}{\epsilon_0 A}$$

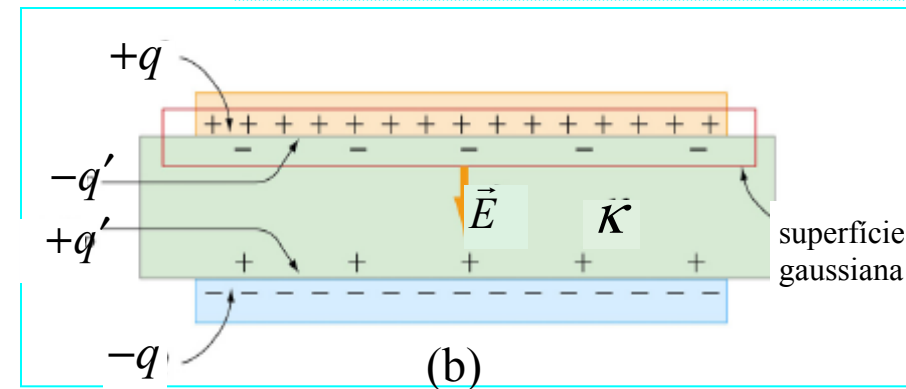
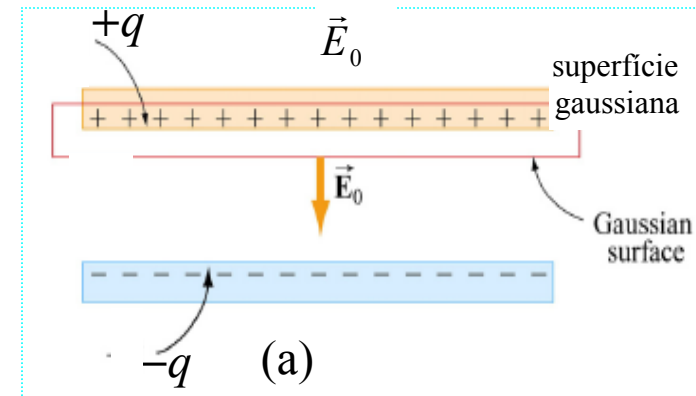
$$E = \frac{E_0}{\kappa} = \frac{q}{\kappa \epsilon_0 A} = \frac{q - q'}{\epsilon_0 A} \therefore q - q' = \frac{q}{\kappa}$$

$$\text{Em (b): } \oint_S \vec{E}(\vec{r}) \cdot \hat{n} dA = \frac{q}{\kappa \epsilon_0}$$

$$\text{Ou: } \oint_A \vec{D}(\vec{r}) \cdot \hat{n} dA = q,$$

onde $\vec{D}(\vec{r}) \equiv \kappa \epsilon_0 \vec{E}(\vec{r})$ é o vetor de deslocamento elétrico.

Então, na lei de Gauss expressa com o vetor $\vec{D}$, aparecem apenas as *cargas livres* (das placas).



Exercício 01

Duas esferas condutoras isoladas de raios idênticos R possuem cargas $+Q$ e $-Q$, respectivamente. Se elas forem separadas de uma distância grande comparativamente a seus raios, qual será a capacitância desse capacitor pouco usual?

Exercício 02

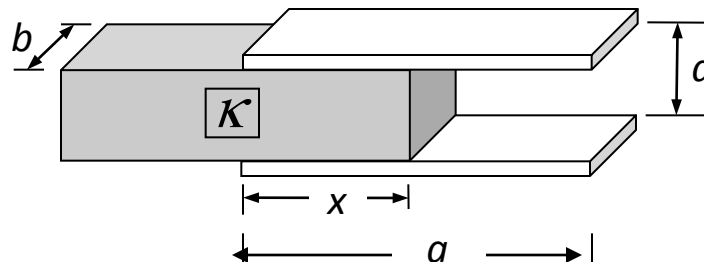
Um capacitor isolado eletricamente com carga Q é parcialmente preenchido com uma substância dielétrica, conforme mostrado na figura abaixo. O capacitor consiste de duas placas retangulares de comprimento a , largura b e distância de separação d . A distância na qual o dielétrico é inserido é x .

a) Qual é a energia armazenada no capacitor?

b) Uma vez que a energia do capacitor diminui quando x aumenta, o campo elétrico deve realizar um trabalho positivo sobre o dielétrico, o que significa que existe uma força elétrica puxando-o para dentro. Calcule a força examinando como a energia armazenada varia com x .

c) Expresse a força em função da capacitância e da ddp entre as placas.

d) De onde vem essa força?



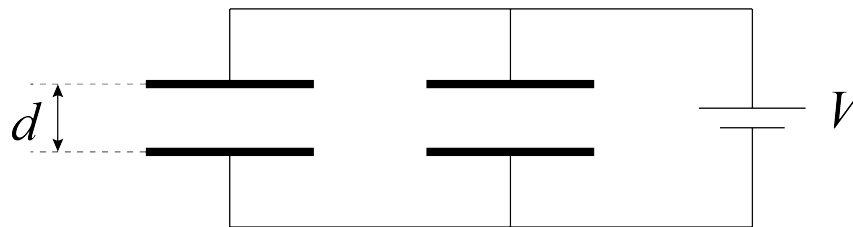
Exercício 03

Dois capacitores idênticos de placas paralelas, preenchidos com ar, cada um com capacidade C , estão ligados a uma bateria de *fem* V como mostrado abaixo. As placas estão separados por uma distância d .

- a) Qual é a carga total em cada placa de cada capacitor(são 4 cargas!)?
- b) Qual é o campo elétrico (direção e magnitude) entre as placas de cada capacitor?

Sem alterar nada (a bateria permanece ligada), o espaço entre as placas do capacitor da esquerda é preenchido com um dielétrico de constante dielétrica $\kappa = 3$.

- c) Qual é a carga total residente em cada placa de cada capacitor (são 4 cargas!)?
- d) Qual é o trabalho feito pela força externa gasto para inserir este dielétrico?



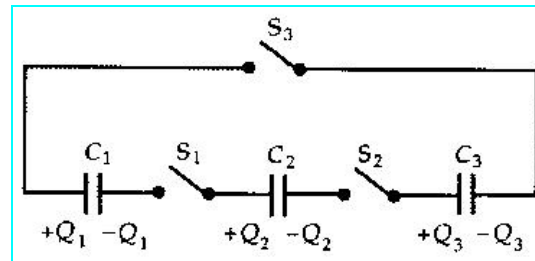
Exercício 04

Um capacitor cilíndrico muito longo de comprimento L é constituído de duas cascas cilíndricas de raios r_a e r_b ($r_a < r_b$), carregadas com cargas $+Q$ e $-Q$, respectivamente. O espaço entre as cascas é preenchido com um dielétrico de constante κ . Calcule a energia potencial elétrica armazenada neste capacitor:

- a) usando a capacitância C (a ser encontrada);
- b) integrando-se a densidade de energia do campo elétrico.

Exercício 05

Uma combinação em paralelo de três capacitores, $C_1 = 2 \mu\text{F}$, $C_2 = 4 \mu\text{F}$ e $C_3 = 6 \mu\text{F}$ é carregada com uma fonte de 200V. Os capacitores são então desligados da fonte de tensão e um do outro, e rearranjados com suas placas positivas ligadas às placas negativas, conforme figura abaixo:



- qual é a tensão entre os terminais de cada capacitor com as chaves S_1 e S_2 fechadas e S_3 aberta?
- após a chave S_3 ser fechada, qual a carga final em cada capacitor?
- calcule a *ddp* entre os terminais de cada capacitor após a chave S_3 ser fechada.