

# Semana 4 – Matéria e Formulário

**Electrostática:** Campo Eléctrico e Potencial Eléctrico em chapas e fios.  
Condensadores. Capacidade equivalente. Redes de Condensadores.

Capacidade do condensador:

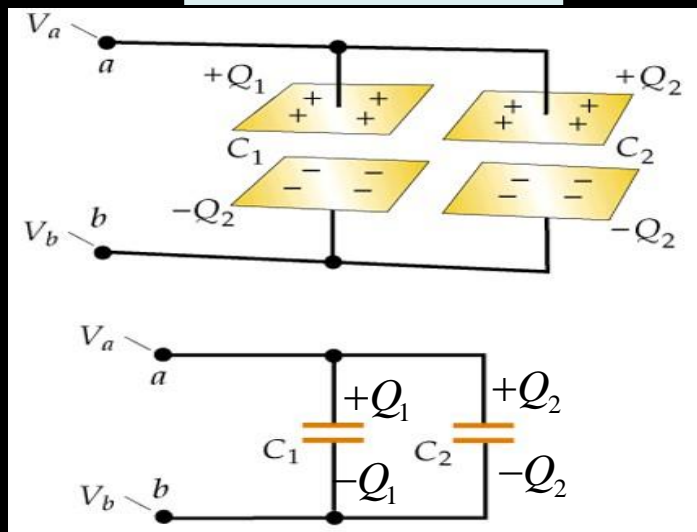
$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

Carga armazenada

d.d.p. entre as placas

Em paralelo

$$C = C_1 + C_2$$

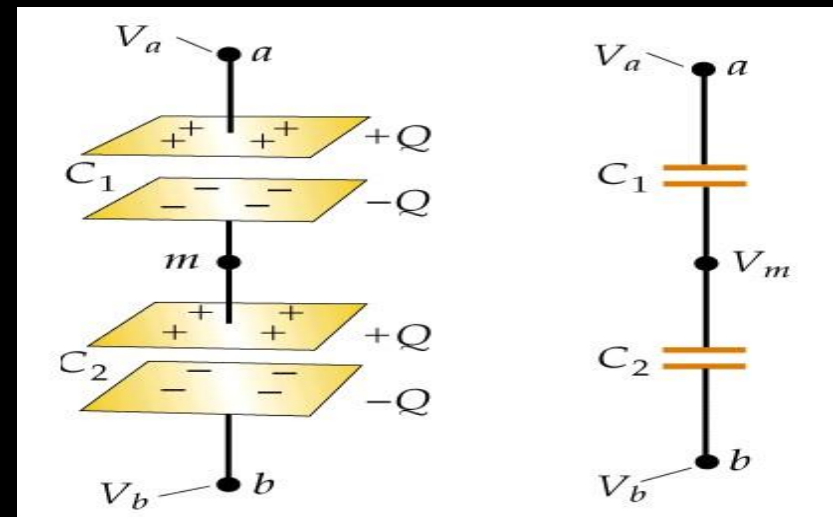


Energia eléctrica armazenada no Condensador

$$U = \int dU = \int u dV_{\text{olume}} = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} C \Delta V^2$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Em série



**Problema 4.1**

Considere 3 placas paralelas, condutoras, planas e grandes.

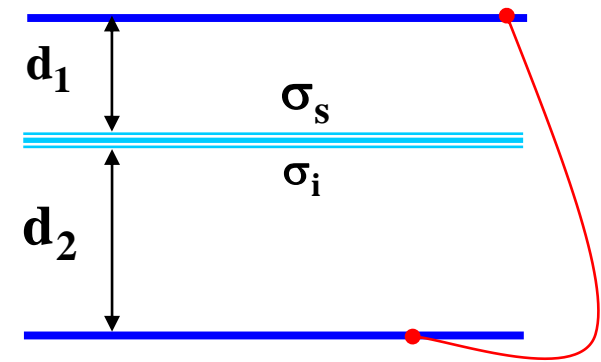
As duas exteriores estão ligadas por um fio.

A placa interior está isolada, na face superior tem uma densidade superficial de carga  $\sigma_s$  e na inferior  $\sigma_i$ .

Sabe-se que  $\sigma_s + \sigma_i = 12 \mu\text{C}/\text{m}^2$ .

A distância  $d_1$  é igual a 1mm e  $d_2 = 3\text{mm}$ .

Determine  $\sigma_s$  e  $\sigma_i$ .



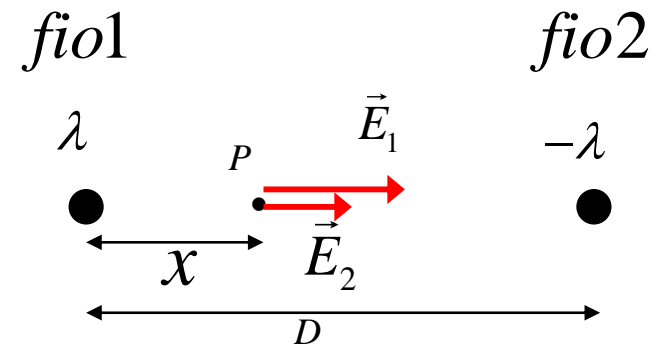
R:  $\sigma_s = 9 \mu\text{Cm}^{-2}$  ;  $\sigma_i = 3 \mu\text{Cm}^{-2}$

**Problema 4.2**

Dois fios infinitos estão paralelos e à distância  $D$  com cargas por unidade de comprimento  $\lambda$  e  $-\lambda$ .  
 Calcular: O campo  $E$  e o potencial num ponto  $P$  entre eles e à distância  $x$  de um deles.  
 Qual a força linear entre eles?

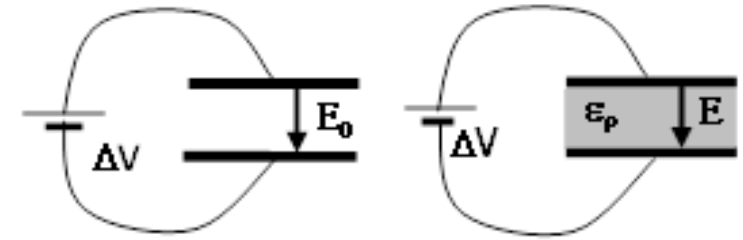
R:

$$E = 2K\lambda \frac{D}{x(D-x)} \quad V = 2K\lambda \ln\left(\frac{D-x}{x}\right) \quad F = -\frac{2K\lambda^2}{D}$$



Uma placa dieléctrica com permissividade  $\epsilon_r$  é inserida num condensador que se mantém sempre ligado a uma tensão  $\Delta V$ , de modo a preencher completamente o seu volume (ver Figura). Faça as seguintes comparações (com e sem dieléctrico).

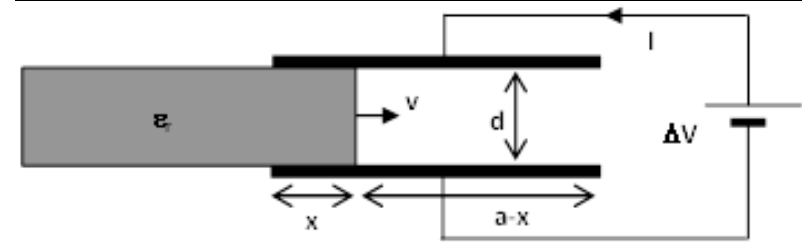
- O campo eléctrico  $E$  com o campo inicial  $E_0$ .
- A carga  $Q$  armazenada antes e depois (incluir cargas de polarização).
- A capacidade  $C$  antes e depois.



$$E_0 = \frac{\Delta V}{d} \quad E = E_0 \quad Q_0 = \frac{\Delta V}{d} S \epsilon_0 \quad Q = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} Q_0 \quad C_0 = \frac{S \epsilon_0}{d} \quad C = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} C_0$$

Considere uma placa dielétrica de espessura  $d$  e área  $S=ab$  inserida uma distância  $x$  (ver Figura) no interior de um condensador plano que tem placas com a mesma área  $S$ , separadas por  $d$ . As placas do condensador mantêm-se ligadas a uma tensão  $\Delta V$ .

Determine: a) O campo eléctrico nas duas regiões. b) A carga na placa positiva em função de  $x$ . c) A capacidade do condensador em função de  $x$



$$E_{ar} = \frac{\Delta V}{d} \quad E_{diel} = E_{ar}$$

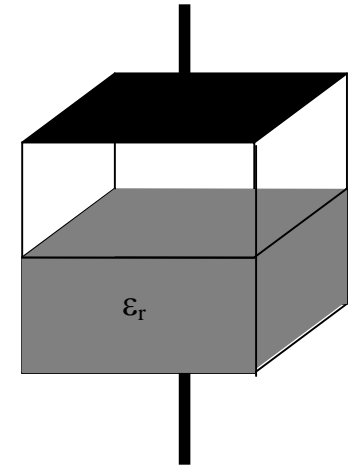
$$Q_{ar} = \frac{b\epsilon_0\Delta V}{d}(a-x) \quad Q_{diel} = \frac{b\epsilon_0\Delta V}{d}\epsilon_r x$$

$$C = \frac{b\epsilon_0}{d}(a-x + \epsilon_r x)$$

### Problema 4.6

Um cubo de aresta  $a$  enche-se pela metade com um líquido dieléctrico de permissividade relativa  $\epsilon_r$ . Considerando o condensador formado entre duas faces opostas metalizadas, como se mostra na figura e ligados a uma fonte  $\Delta V$ , determine:

- O campo eléctrico nas duas regiões.
- A distribuição da carga na placa positiva.
- Qual a sua capacidade eléctrica.

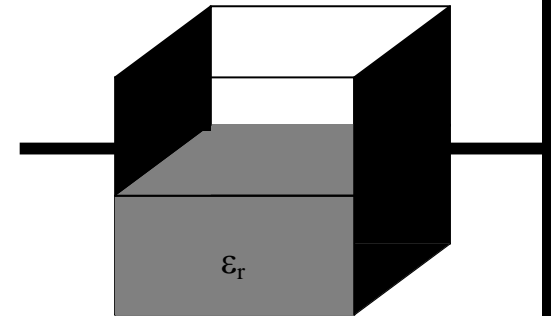


$$\mathbf{R:} \quad E_{ar} = \frac{\Delta V}{a} \frac{2\epsilon_r}{1+\epsilon_r} \quad E_{diel} = \frac{E_{ar}}{\epsilon_r} \quad Q = a\Delta V \frac{2\epsilon_r\epsilon_0}{1+\epsilon_r} \quad C = a \frac{2\epsilon_r\epsilon_0}{1+\epsilon_r}$$

## Problema 4.7

Um cubo de aresta  $a$  enche-se pela metade com um líquido dieléctrico de permissividade relativa  $\epsilon_r$ . Considerando o condensador formado entre duas faces opostas metalizadas, como se mostra na figura e ligados a uma fonte  $\Delta V$  fonte, determine:

- O campo eléctrico nas duas regiões.
- A distribuição da carga na placa positiva.
- Qual a sua capacidade eléctrica.



$$\text{R:} \quad E_{ar} = \frac{\Delta V}{a} \quad E_{diel} = E_{ar} \quad Q_{ar} = a\Delta V \frac{\epsilon_0}{2} \quad Q_{diel} = \epsilon_r Q_{ar} \quad C = \frac{a\epsilon_0}{2} (1 + \epsilon_r)$$

**Problema 4.8**

Considere o condensador plano da figura. As placas têm área  $A$ . A placa **A** é colocada ao potencial  $V$  e a outra é ligada à massa.

- Calcule o campo eléctrico nas 3 zonas.
- Calcule a distribuição de carga na placa **A**?
- Determine a capacidade do condensador.



$$\text{R: } E_1 = \frac{2\varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \frac{V}{d} \quad E_2 = \frac{2\varepsilon_1}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \frac{V}{d} \quad E_3 = \frac{V}{d} \quad Q_1 = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \frac{AV}{d} \quad Q_3 = \frac{\varepsilon_3}{2} \frac{AV}{d} \quad C = \frac{A}{d} \left( \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} + \frac{\varepsilon_3}{2} \right)$$