

## Sığa ve Dielektrikler

- 1)  $C = 4\mu F$ 'lık bir kondansatör 12 Voltluk bir bataryaya bağlanıyor. Her plakada ne kadar yük depolanır.

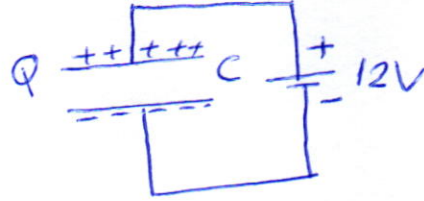
$$Q = C \Delta V$$

$$= (4\mu F)(12V)$$

$$= (4 \times 10^{-6} F)(12V)$$

$$Q = 48 \times 10^{-6} C = 4,8 \times 10^{-5} C.$$

Levhalarından biri  $+Q$ , diğeri  $-Q$  kadar yüklenir.



②

Aralarında hava bulunan bir kondansatör, iki paralel plakadan oluşmakta, her birinin alanı  $7,60 \text{ cm}^2$  ve plakalar arasındaki mesafe  $1,80 \text{ mm}$ 'dir. Bu plakalar arasında  $20 \text{ V}$ 'luk potansiyel farkı uygulanırsa,

- plakalar arasındaki elektrik alanı,  $E = ?$
- üzey yük yoğunluğunu,  $\sigma = ?$
- sığasını,  $C = ?$
- Her bir plakadaki yükü hesaplayın.  $Q = ?$

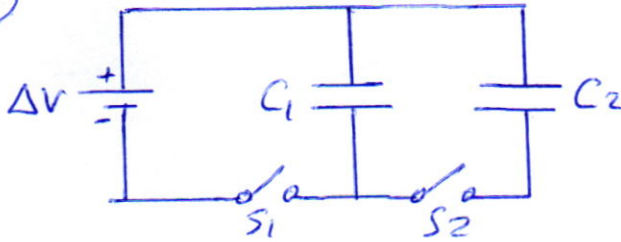
$$a) E = \frac{V}{d} = \frac{20V}{1,8 \times 10^{-3} m} = \frac{2 \times 10^4}{1,8} \approx 1,11 \times 10^4 \text{ V/m.}$$

$$b) E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow \sigma = 2\epsilon_0 E = 2(8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2)(1,11 \times 10^4 \text{ V/m})$$
$$\sigma = 19,65 \times 10^{-8} \text{ C/m}^2.$$

$$c) C = \epsilon_0 \frac{A}{d} = (8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2) \frac{(7,60 \times 10^{-4} \text{ m}^2)}{1,8 \times 10^{-3}} \text{ F}$$
$$= 37,37 \times 10^{-13} = 3,737 \times 10^{-12} \text{ F} = 3,74 \text{ pF}$$

$$d) Q = C \Delta V = (3,74 \times 10^{-12} \text{ F})(20V) = 7,48 \times 10^{-11} \text{ C.}$$

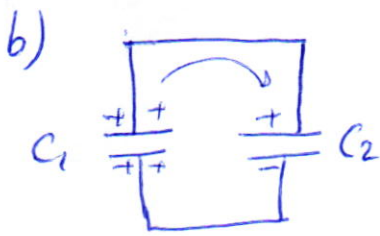
③



Şekildeki devrede önce  $S_1$  kapatılarak  $C_1$  yükleniyor. Sonra  $S_1$  açılıyor ve  $S_2$  kapatılıyor.  
 $C_1 = 6 \mu F$ ,  $C_2 = 3 \mu F$   $\Delta V = 20 V$

- a)  $C_1$ 'in ilk yükünü ve enerjisini.  
 b) Son yükleri ve toplam enerjiyi bulunuz.

a)  $Q_{i1} = C_1 \Delta V = (6 \times 10^{-6} F)(20 V) = 120 \times 10^{-6} C$   
 $Q_{i1} = 1,2 \times 10^{-4} C$ .  $U_{i1} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{(1,2 \times 10^{-4} C)^2}{2 \times 6 \times 10^{-6} F}$   
 $U_{i1} = 0,12 \times 10^{-2} J$



Potansiyeli eşit oluncaya kadar yük aktarımı olur.

$\Delta V_1 = \Delta V_2$   
 $\frac{Q_{1s}}{C_1} = \frac{Q_{2s}}{C_2} \Rightarrow Q_{1s} = \frac{C_1}{C_2} Q_{2s} \quad (1)$

Yük korunur.  $Q_s = Q_i \Rightarrow Q_{1s} + Q_{2s} = Q_i \quad (2)$

$(2) \Rightarrow Q_{2s} = Q_i - Q_{1s} \Rightarrow Q_{1s} = \frac{C_1}{C_2} (Q_i - Q_{1s})$

(3)  $Q_{1s} = \frac{6}{9} Q_i = \frac{2}{3} (1,2 \times 10^{-4} C) = 0,8 \times 10^{-4} C \checkmark$

$Q_{2s} = Q_i - Q_{1s} = (1,2 - 0,8) \times 10^{-4} C = 0,4 \times 10^{-4} C \checkmark$

$U_s = \frac{Q_{1s}^2}{2C_1} + \frac{Q_{2s}^2}{2C_2} = \frac{(0,8 \times 10^{-4} C)^2}{2 \times 6 \times 10^{-6} F} + \frac{(0,4 \times 10^{-4} C)^2}{2 \times 3 \times 10^{-6} F}$   
 $= \frac{(0,8 \times 10^{-4})^2 + 2(0,4 \times 10^{-4})^2}{12 \times 10^{-6}}$

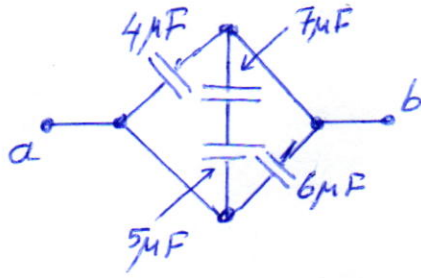
$= \frac{(0,64 + 0,32) \times 10^{-8}}{12 \times 10^{-6}} = \frac{0,96 \times 10^{-2}}{12} = 0,08 \times 10^{-2} J$

$U_s < U_i$

Kayıp ?

(2)

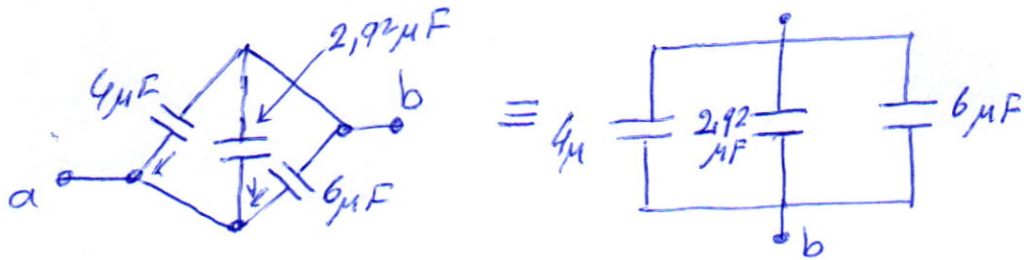
(4)



a ve b noktaları arasındaki eşdeğer sığayı bulunuz.

5 μF ile 7 μF seri bağlı

$$\frac{1}{C_{es}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{7} = \frac{5+7}{35} = \frac{12}{35} \Rightarrow C_{es} = \frac{35}{12} = 2,92 \mu F$$



Üç kondansatör paralel bağlı

$$C_{es} = 4 + 2,92 + 6 = 12,92 \mu F.$$

(5)

Belirli bir bölge içinde  $E = 3000 \text{ V/m}$ 'lik düzgün bir elektrik alanı bulunmaktadır.

Uzayın ne kadarlık bir hacmi  $1,0 \times 10^{-7} \text{ J}$ 'e eşit enerji içerir.

Enerji yoğunluğu  $u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \text{ J/m}^3$

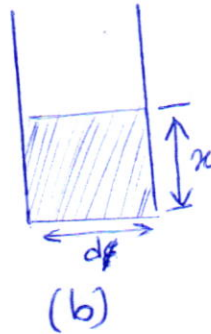
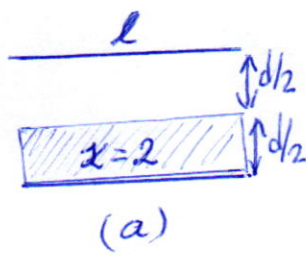
$$U = u V \Rightarrow U = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 V \Rightarrow V = \frac{2U}{\epsilon_0 E^2}$$

$$V = \frac{2 \cdot 1 \cdot \text{J}}{8,85 \times 10^{-12} \cdot (3000)^2 \text{ J/m}^3} = \frac{2}{8,85 \times 10^{-12} \cdot 9 \times 10^6} \text{ m}^3$$

$$= \frac{2}{79,65} \times 10^6 = 0,0251 \times 10^6 = 2,51 \times 10^4 \text{ m}^3 //$$

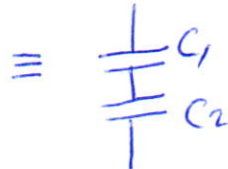
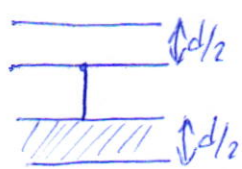
(3)

66



paralel plakalı yatay bir kondansatör yarısına kadar dielektrik sabiti  $\kappa=2$  olan bir dielektrik madde ile doludur. Bu kondansatör düşey konumda iken ne kadarlık kısmı aynı dielektrik madde ile doldurulması gerekir?

(a)

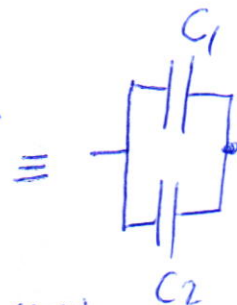
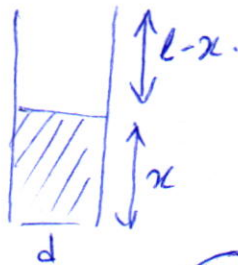


$$C_1 = \epsilon_0 \frac{A}{d/2}$$

$$C_2 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d/2} = \kappa C_1$$

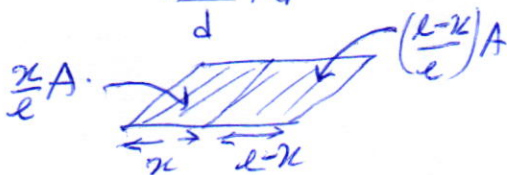
$$\frac{1}{C_{es}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{\kappa C_1} = \frac{\kappa+1}{\kappa C_1} \Rightarrow C_{es} = \left( \frac{\kappa}{\kappa+1} \right) C_1 = \left( \frac{\kappa}{\kappa+1} \right) \epsilon_0 A / d/2$$

b)



$$C_1 = \epsilon_0 \frac{(l-x) A}{d}$$

$$C_2 = \kappa \epsilon_0 \frac{x A}{d}$$



$$C'_{es} = C_1 + C_2 = \epsilon_0 \frac{A}{d} \left( \frac{l-x}{l} + \kappa \frac{x}{l} \right)$$

$$C'_{es} = \epsilon_0 \frac{A}{d} \left( 1 + (\kappa-1) \frac{x}{l} \right)$$

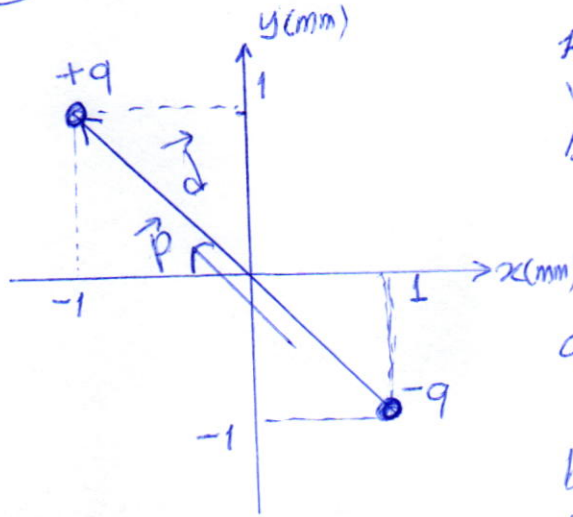
$$C_{es} = C'_{es} \Rightarrow \frac{2\kappa}{\kappa+1} \epsilon_0 \frac{A}{d} = \epsilon_0 \frac{A}{d} \left( 1 + (\kappa-1) \frac{x}{l} \right)$$

$$\Rightarrow (\kappa-1) \frac{x}{l} = \frac{2\kappa}{\kappa+1} - 1 = \frac{2\kappa - \kappa - 1}{\kappa+1} = \frac{\kappa-1}{\kappa+1}$$

$$x = \left( \frac{\kappa-1}{\kappa+1} \right) \frac{1}{\left( \frac{\kappa-1}{\kappa+1} \right)} l \Rightarrow x = \frac{l}{\kappa+1} = \frac{l}{3} \checkmark$$

(4)

7



Küçük bir katı cisim pozitif ve negatif yükleri taşımaktadır. Bunlardan pozitif yük  $(-1\text{mm}, 1\text{mm})$  negatif olan ise  $(1\text{mm}, -1\text{mm})$  noktalara konulmuştur.

a) Bu cismin elektrik dipol momentini bulunuz.  $q = 3,5\text{nC}$

b) Bu dipol  $\vec{E} = (1000\hat{i} + 1000\hat{j})\text{V/m}$  olan bir elektrik alana konulursa o'na etkiyen torku bulunuz.

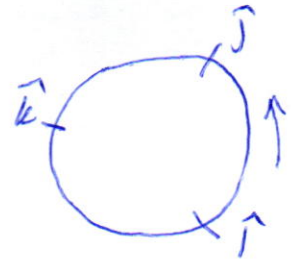
c) Bu yönelindeki dipolun enerjisini bulunuz

a)  $\vec{p} = q \vec{d}$   $\vec{d}$ :  $-q$ 'dan  $+q$ 'ya çizilen vektör.  
 $\vec{d} = (-2\hat{i} + 2\hat{j})\text{mm}$ .

$$\begin{aligned}\vec{p} &= (3,5\text{nC}) (-2\hat{i} + 2\hat{j}) 10^{-3}\text{m} \\ &= (3,5 \times 10^{-9}\text{C}) (-2\hat{i} + 2\hat{j}) \times 10^{-3}\text{m} \\ \vec{p} &= (-7\hat{i} + 7\hat{j}) \times 10^{-12}\text{C}\cdot\text{m}.\end{aligned}$$

b)  $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$

$$\begin{aligned}\vec{\tau} &= [(-7\hat{i} + 7\hat{j}) 10^{-12}\text{C}\cdot\text{m}] \times [1000\hat{i} + 1000\hat{j}]\text{V/m} \\ &= 7 \times 10^{-12} \times 10^3 [(-\hat{i} + \hat{j}) \times (\hat{i} + \hat{j})] \\ &= 7 \times 10^{-9} (-2\hat{k}) \\ \vec{\tau} &= -14 \times 10^{-9} \hat{k}\text{ N}\cdot\text{m} \\ &= -1,4 \times 10^{-8} \hat{k}\text{ N}\cdot\text{m}.\end{aligned}$$

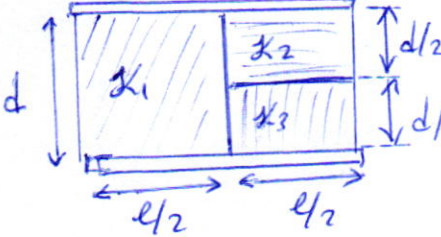


c)  $U = -\vec{p} \cdot \vec{E} = (-7\hat{i} + 7\hat{j}) \cdot (1000\hat{i} + 1000\hat{j})$

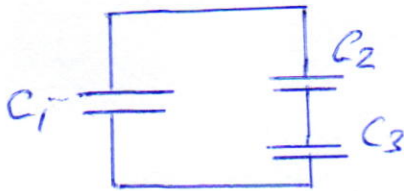
$$= -7 \times 10^{-9} [(-\hat{i} + \hat{j}) \cdot (\hat{i} + \hat{j})] = 0$$

- ⑧ İki paralel plakalı kondansatörün yükü  $Q$  ve plakaların alanı  $A$  ise, her bir plakanın diğerine uyguladığı kuvveti bulunuz.

$+Q, +Q$   $E$   $-Q, -Q$   $-Q$   
 $F = QE$ ,  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ ,  $\sigma = \frac{Q}{A}$   
 $F = Q \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 A}$  ✓

- ⑨
- 
- Plaka yüzeyi  $A$  olan paralel plakalı bir kondansatörün arasına şekildaki gibi üç dielektrik madde konulmuştur. Eşdeğer sığayı bulunuz.

Eşdeğer devre.



$$C_1 = k_1 \epsilon_0 \frac{A/2}{d} = \frac{k_1}{2} \left( \frac{\epsilon_0 A}{d} \right) C_0 = \frac{k_1}{2} C_0$$

$$C_2 = k_2 \epsilon_0 \frac{A/2}{d/2} = k_2 \left( \frac{\epsilon_0 A}{d} \right) C_0 = k_2 C_0$$

$$C_3 = k_3 \epsilon_0 \frac{A/2}{d/2} = k_3 \left( \frac{\epsilon_0 A}{d} \right) C_0 = k_3 C_0$$

$C_2$  ve  $C_3$  seri bağlı

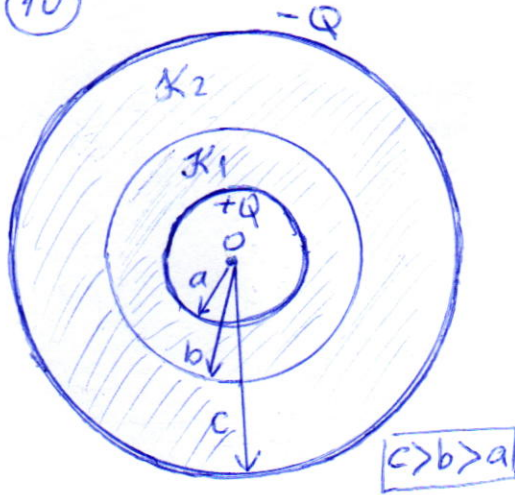
$$\frac{1}{C_{es'}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{k_2 C_0} + \frac{1}{k_3 C_0} = \frac{k_2 + k_3}{k_2 k_3 C_0} \Rightarrow C_{es'} = \frac{k_2 k_3}{k_2 + k_3} C_0$$

$C_2$  ve  $C_3$ 'den oluşan kondansatör  $C_1$ 'e paralel bağlı

$$C_{es} = C_1 + C_{es'} = \frac{k_1}{2} C_0 + \frac{k_2 k_3}{k_2 + k_3} C_0 = \left( \frac{k_1}{2} + \frac{k_2 k_3}{k_2 + k_3} \right) \epsilon_0 \frac{A}{d} V$$

bulunur.

(10)



İç yarıçapı  $a$ , dış yarıçapı  $c$  olan iki iletken küre kabuk,  $b$  yarıçapına kadar  $K_1$ ,  $c$  yarıçapına kadar  $K_2$  ile doludur. Eşdeğer sığayı bulunuz.

Dielektrikler yokken sığa

$$C_0 = 4\pi\epsilon_0 \left( \frac{ac}{c-a} \right) \text{ ile verilir. (Ders notlarına bak).}$$

$$C_0 = \frac{1}{K_e} \left( \frac{ac}{c-a} \right)$$

Dielektrikler varken seri bağlı iki küreli kondansatör oluşur. Bunlara  $C_1$  ve  $C_2$  diyelim.

$$C_1 = K_1 4\pi\epsilon_0 \frac{ab}{b-a}, \quad C_2 = K_2 4\pi\epsilon_0 \frac{bc}{c-b}$$

yazılabilir Eşdeğer sığa

$$\frac{1}{C_{es}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{K_1 4\pi\epsilon_0 \frac{ab}{b-a}} + \frac{1}{K_2 4\pi\epsilon_0 \frac{bc}{c-b}}$$

(K<sub>2</sub>c)                      (K<sub>1</sub>a)

$$\frac{1}{C_{es}} = \frac{K_2 c(b-a) + K_1 a(c-b)}{K_1 K_2 4\pi\epsilon_0 abc}$$

$$C_{es} = K_1 K_2 4\pi\epsilon_0 \frac{abc}{K_2 c(b-a) + K_1 a(c-b)} \text{ bulunur.}$$