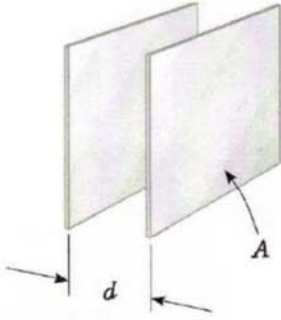


**FİZİK 2**  
**UYGULAMA 3**  
**(SİĞA ve DİELEKTRİK)**

1. Yüzölçümleri  $200 \text{ cm}^2$ , aralarındaki mesafe  $0.4 \text{ cm}$  olan ve birbirlerinden hava boşluğu ile ayrılan iki levha kullanarak oluşturulmuş paralel levhalı bir kondansatörün;
- a) Sığasını hesaplayınız.
- b) Kondansatör  $500 \text{ V}$ 'lik bir üretece bağlanırsa, kondansatörün yükünü, depolanan enerjiyi, levhalar arasındaki elektrik alan şiddetini ve enerji yoğunluğunu bulunuz.
- c) Levhalar arası, hava boşluğunu dolduracak şekilde dielektrik sabiti  $\kappa = 2.6$  olan bir sıvı ile doldurulursa,  $500 \text{ V}$ 'lik üreteçten kondansatöre ne kadar yük akacaktır? ( $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$ )

1)



$$A = 200 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$d = 0,4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

a)

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$C_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-3}}$$

$$C_0 = 4,4 \cdot 10^{-11} \text{ (F)}$$

$$C_0 = 44 \text{ (pF)}$$

b)  $C_0 = \frac{Q_0}{\Delta V}$

$$Q_0 = C_0 \cdot \Delta V$$

$$Q_0 = 4,4 \cdot 10^{-11} \cdot 500$$

$$Q_0 = 2,2 \cdot 10^{-8} \text{ (C)}$$

$$Q_0 = 22 \text{ (nC)}$$

$$U_0 = \frac{Q_0^2}{2C_0}$$

veya

$$U_0 = \frac{1}{2} C_0 (\Delta V)^2$$

$$U_0 = \frac{(2,2 \cdot 10^{-8})^2}{2 \cdot 4,4 \cdot 10^{-11}}$$

$$U_0 = \frac{1}{2} \cdot 4,4 \cdot 10^{-11} \cdot 500^2$$

$$U_0 = 5,5 \cdot 10^{-6} \text{ (J)}$$

$$U_0 = 5,5 \cdot 10^{-6} \text{ (J)}$$

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

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

$$E = \frac{500}{4 \cdot 10^{-3}}$$

$$u_E = \frac{1}{2} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot (1,25 \cdot 10^5)^2$$

$$E = 1,25 \cdot 10^5 \text{ (V/m)}$$

$$u_E = 6,9 \cdot 10^{-12} \text{ (J/m}^3\text{)}$$

$$E = 125 \text{ (kV/m)}$$

c)  $C = \kappa C_0$

$$C = 2,6 \cdot 4,4 \cdot 10^{-11}$$

$$C = 11,4 \cdot 10^{-11} \text{ (F)}$$

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

$$Q = C \cdot \Delta V$$

$$Q = 11,4 \cdot 10^{-11} \cdot 500$$

$$Q = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ (C)}$$

$$Q = 57 \text{ (nC)}$$

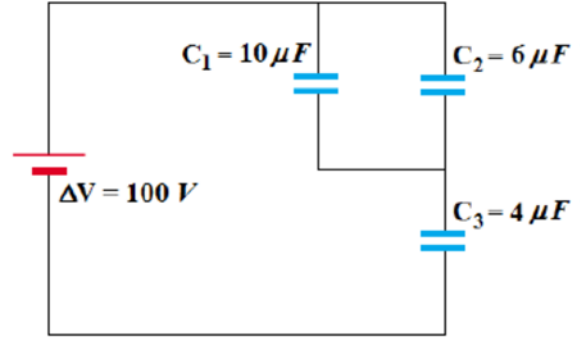
$$\Delta Q = Q - Q_0$$

$$\Delta Q = 57 - 22$$

$$\Delta Q = 35 \text{ (nC)}$$

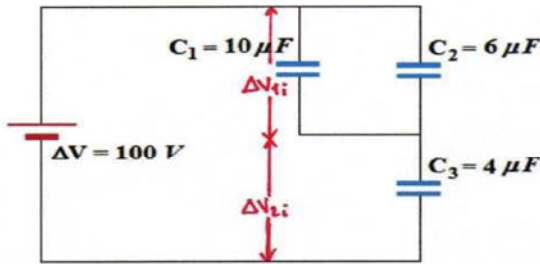
$$\Delta Q = 3,5 \cdot 10^{-8} \text{ (C)}$$

2. Şekil 1'de verilen kondansatör sisteminde;  
a) Biriken toplam enerjiyi bulunuz.  
b)  $C_3$  kondansatörünün üzerinde, kondansatörü iletkene dönüştürecek kadar yük boşalması gerçekleştiğinde,  $C_1$  kondansatörünün yükünde ve potansiyel farkında ne kadarlık değişiklik olur?



Şekil 1

2)



a)

$$U = \frac{1}{2} C_{\text{eş}} (\Delta V)^2$$

$$\frac{1}{C_{\text{eş}}} = \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_1 + C_2}$$

$$\frac{1}{C_{\text{eş}}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{10 + 6}$$

$$C_{\text{eş}} = 3,2 (\mu\text{F})$$

$$U = \frac{1}{2} 3,2 \cdot 10^{-6} \cdot 100^2$$

$$U = 1,6 \cdot 10^{-2} (\text{J})$$

b)  $Q = C_{\text{eş}} \cdot \Delta V$   
 $Q = 3,2 \cdot 10^{-6} \cdot 100$   
 $Q = 3,2 \cdot 10^{-4} (\text{C})$

Seri bağlı kondansatörlerin üzerlerindeki yükler birbirine eşit olduğundan;

$$q_{1i} + q_{2i} = q_{3i} = Q$$

$$q_{1i} + q_{2i} = Q$$

$$C_1 \cdot \Delta V_{1i} + C_2 \cdot \Delta V_{2i} = Q$$

$$\Delta V_{1i} = \frac{Q}{C_1 + C_2}$$

$$\Delta V_{1i} = \frac{3,2 \cdot 10^{-4}}{10 + 6} \quad ; \quad \Delta V_{1i} = 20 (\text{V})$$

$$q_{1i} = C_1 \Delta V_{1i}$$

$$q_{1i} = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \quad ; \quad q_{1i} = 2 \cdot 10^{-4} (\text{C})$$

İletkene dönüştükten sonra,  $C_3$  kondansatörünün potansiyel farkı 0 olur.

Bu durumda, başlangıçta potansiyel farkı  $\Delta V_{1i} = 20 (\text{V})$  olan  $C_1$  kondansatörünün,  $C_3$  kondansatörü iletkene dönüştükten sonraki potansiyel farkı  $\Delta V_s = 100 (\text{V})$  olmuştur.

$$\Delta V_s - \Delta V_{1i} = 100 - 20 = 80 (\text{V})$$

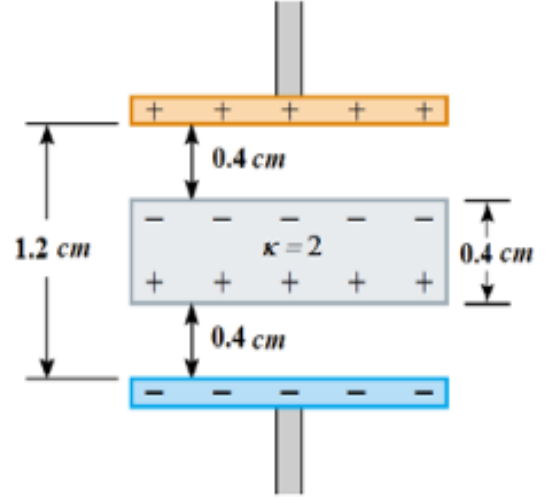
$$q_{1s} = C_1 \Delta V_s$$

$$q_{1s} = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 100 = 10 \cdot 10^{-4} (\text{C})$$

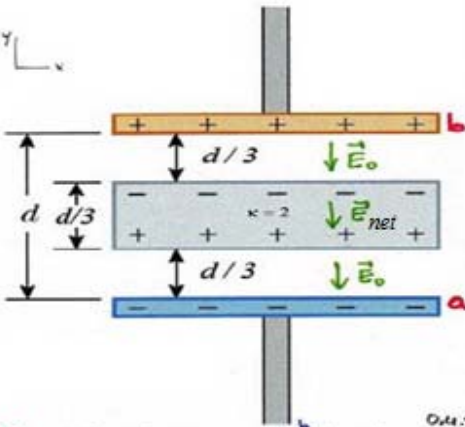
$$\Delta q = q_{1s} - q_{1i}$$

$$\Delta q = (10 - 2) \cdot 10^{-4} \quad ; \quad \Delta q = 8 \cdot 10^{-4} (\text{C})$$

3. Paralel plakalı bir kondansatörün plaka aralığı **1.2 cm** ve plaka alanı **0.12 m<sup>2</sup>** dir. Kondansatör, **120 V**'lik potansiyel farkı altında yükleniyor ve sonra bağlantılar kesiliyor. Kalınlığı **0.4 cm** ve dielektrik sabiti  $\kappa = 2$  olan bir dielektrik, yalıtkan plakaların tam ortasına **Şekil 2**'deki gibi yerleştiriliyor.



Şekil 2



$$d = 1,2 \text{ cm} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \quad \kappa = 2$$

$$A = 0,12 \text{ m}^2$$

$$\Delta V = 120 \text{ V}$$

$$a) C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$C_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{0,12}{1,2 \cdot 10^{-2}}$$

$$C_0 \approx 9 \cdot 10^{-11} \text{ (F)}$$

$$C_0 = 90 \text{ (pF)}$$

$$b) \Delta V = V_b - V_a = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{s} = - \int_0^{0,4 \cdot 10^{-2}} E_0 \cdot dy \cdot \cos 180^\circ - \int_0^{0,4 \cdot 10^{-2}} E_{net} \cdot dy \cdot \cos 180^\circ - \int_0^{0,4 \cdot 10^{-2}} E_0 \cdot dy \cdot \cos 180^\circ$$

$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{A \epsilon_0}, \quad E_{net} = E_0 - E_{ind} = \frac{E_0}{\kappa} = \frac{Q}{2A \epsilon_0}$$

$$\Delta V = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \cdot \frac{5}{2} \int_0^{0,4 \cdot 10^{-2}} dy$$

$$\Delta V = \frac{5Q}{2 \epsilon_0 A} \cdot 0,4 \cdot 10^{-2} = \frac{5 \cdot Q \cdot 0,4 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,12}$$

$$\Delta V = 0,94 \cdot 10^{10} Q$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{0,94 \cdot 10^{10} Q}; \quad C = 1,06 \cdot 10^{-10} \text{ (F)}$$

$$C = 106 \text{ (pF)}$$

$$c) Q = C_0 \cdot \Delta V$$

$$Q = 90 \cdot 10^{-12} \cdot 120$$

$$Q = 1,08 \cdot 10^{-8} \text{ (C)}$$

$$E_0 = \frac{Q}{A \epsilon_0}$$

$$E_0 = \frac{1,08 \cdot 10^{-8}}{0,12 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}}$$

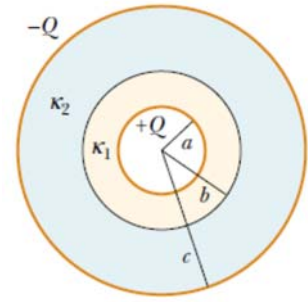
$$E_0 \approx 1 \cdot 10^4 \text{ (V/m)}$$

$$E_{net} = \frac{Q}{2A \epsilon_0} = \frac{E_0}{\kappa}$$

$$E_{net} = \frac{1 \cdot 10^4}{2}$$

$$E_{net} = 5 \cdot 10^3 \text{ (V/m)}$$

4. Şekil 3'te görülen iç yarıçapı  $a$ , dış yarıçapı  $c$  olan, iletken küresel bir kabuğun içi;  $a-b$  arasında dielektrik katsayısı  $\kappa_1$ ,  $b-c$  arasında  $\kappa_2$  olan bir dielektrik madde ile dolduruluyor. Sistemin sığasını bulunuz.



Şekil 3

İletkenler arasındaki bölgede elektrik alan;  
( $c < r < a$ )

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{iç}}{\epsilon_0}$$

$$E \cdot (4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

$\kappa_1$  dielektrik malzemeli bölge için ;

$$V_b - V_a = \Delta V_{ab} = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\Delta V_{ab} = - \int_a^b k \frac{Q}{r^2} dr = -kQ \left[ -\frac{1}{r} \right]_a^b = kQ \left( \frac{1}{b} - \frac{1}{a} \right)$$

$$\Delta V_{ab} = kQ \frac{(a-b)}{ab} \quad a-b < 0 \quad \Delta V_{ab} < 0$$

$\kappa_2$  dielektrik malzemeli bölge için ;

$$V_c - V_b = \Delta V_{bc} = - \int_b^c \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\Delta V_{bc} = - \int_b^c k \frac{Q}{r^2} dr = -kQ \left[ -\frac{1}{r} \right]_b^c = kQ \left( \frac{1}{c} - \frac{1}{b} \right)$$

$$\Delta V_{bc} = kQ \frac{(b-c)}{bc} \quad b-c < 0 \quad \Delta V_{bc} < 0$$

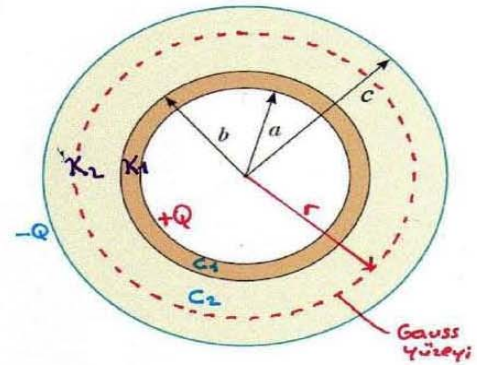
$$C = \frac{Q}{|\Delta V|} ; \quad C_1 = \kappa_1 \frac{Q}{|\Delta V_{ab}|} = \kappa_1 \frac{ab}{k(b-a)}$$

$$C_2 = \kappa_2 \frac{Q}{|\Delta V_{bc}|} = \kappa_2 \frac{bc}{k(c-b)}$$

$$\frac{1}{C_{eş}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} ;$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

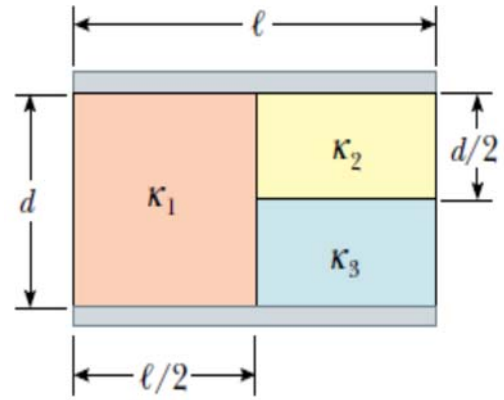
$$C_{eş} = \frac{\kappa_1 \kappa_2 abc (4\pi\epsilon_0)}{\kappa_2 bc - \kappa_1 ab + ac(\kappa_1 - \kappa_2)}$$



5. Şekil 4'deki paralel plakalı kondansatör üç farklı dielektrik madde kullanılarak yapılmıştır.

a)  $l \gg d$  olduğunu kabul ederek, plaka yüzeyi  $A, d, \kappa_1, \kappa_2$  ve  $\kappa_3$  sabitleri cinsinden bu kondansatörün sığası için bir ifade bulunuz.

b)  $A = 3\text{cm}^2, d = 1.5\text{mm}, \kappa_1 = 6, \kappa_2 = 3, \kappa_3 = 5$  ve  $\Delta V = 16\text{V}$  olarak kondansatörde depo edilen enerjiyi bulunuz.



Şekil 4

a)  $C_2$  ve  $C_3$  kondansatörleri birbirlerine seri,  $C_1$  kondansatörüne paralel olarak bağlıdır.

$$C_1 = \kappa_1 \epsilon_0 \frac{A/2}{d} \quad ; \quad C_2 = \kappa_2 \epsilon_0 \frac{A/2}{d/2} \quad ; \quad C_3 = \kappa_3 \epsilon_0 \frac{A/2}{d/2}$$

$$\left( \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)^{-1} = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} = \frac{\epsilon_0 A}{d} \left( \frac{\kappa_2 \kappa_3}{\kappa_2 + \kappa_3} \right)$$

$$C_{ef} = C_1 + \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} = \frac{\epsilon_0 A}{d} \left( \frac{\kappa_1}{2} + \frac{\kappa_2 \kappa_3}{\kappa_2 + \kappa_3} \right)$$

b) Verilen degerleri kullanarak;

$$C_{ef} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 3 \cdot 10^{-4}}{1,5 \cdot 10^{-3}} \left( \frac{6}{2} + \frac{3 \cdot 5}{3+5} \right) = 8,63 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

$$C_{ef} = 8,63 \text{ pF}$$

$$U = \frac{1}{2} C_{ef} (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} 8,63 \cdot 10^{-12} \cdot (16)^2 = 1,10 \cdot 10^{-9} \text{ J}$$

$$U = 1,10 \text{ nJ}$$