

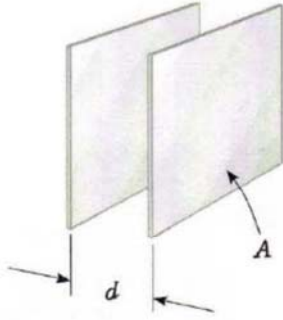
## 2014/2 MÜHENDİSLİK BÖLÜMLERİ FİZİK 2

### UYGULAMA 4

#### (SİĞA ve DİELEKTRİK/AKIM&DİRENÇ ve DOĞRU AKIM DEVRELERİ)

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)

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

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

$$C_0 = 4,4 \cdot 10^{-14} \text{ (F)}$$

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

b)

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

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

$$Q_0 = 4,4 \cdot 10^{-14} \cdot 500$$

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

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

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

veya

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

$$U_0 = \frac{(2,2 \cdot 10^{-8})^2}{2 \cdot 4,4 \cdot 10^{-14}}$$

$$U_0 = \frac{1}{2} \cdot 4,4 \cdot 10^{-14} \cdot 500^2$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

c)

$$C = \kappa C_0$$

$$C = 2,6 \cdot 4,4 \cdot 10^{-14}$$

$$C = 11,4 \cdot 10^{-14} \text{ (F)}$$

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

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

$$Q = 11,4 \cdot 10^{-14} \cdot 500$$

$$Q = 5,7 \cdot 10^{-11} \text{ (C)}$$

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

$$\Delta Q = Q - Q_0$$

$$\Delta Q = 57 - 22$$

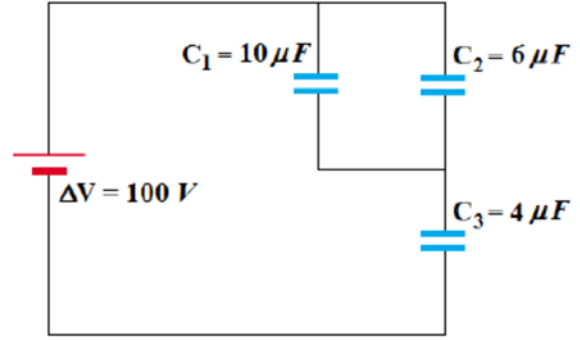
$$\Delta Q = 35 \text{ (nC)}$$

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

2. Şekil 1'de verilen kondansatör sisteminde;

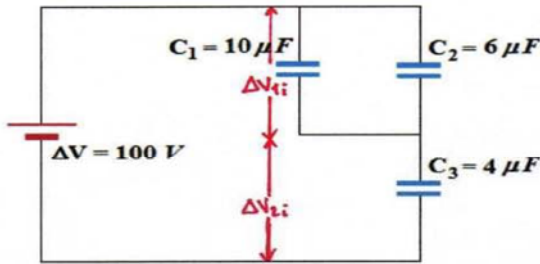
a) Biriken toplam enerjiyi bulunuz.

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;

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

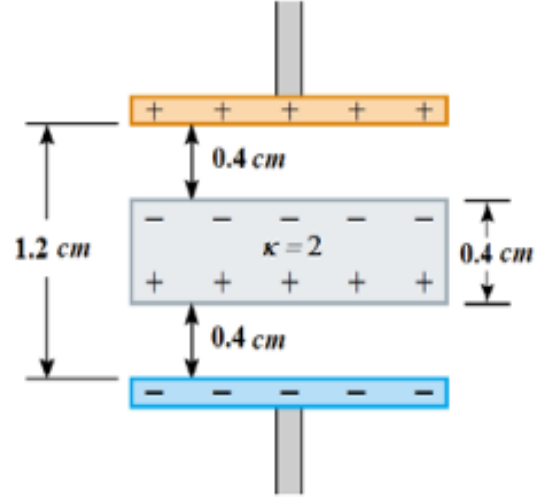
$$q_{1s} = C_1 \Delta V_s$$

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

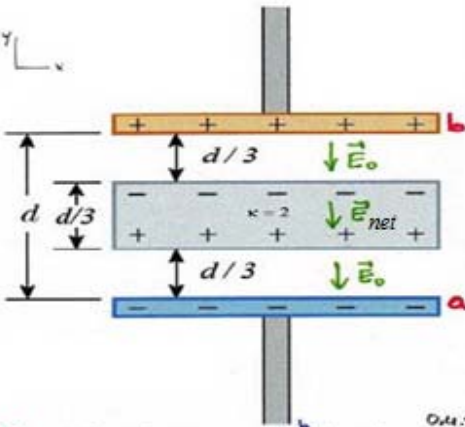
$$\Delta q = q_{1s} - q_{1i}$$

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

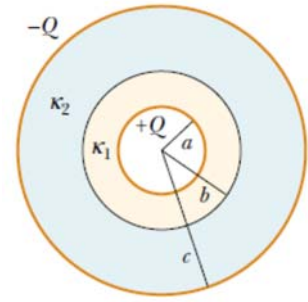
$$E_0 \approx 1 \cdot 10^4 \text{ (V/m)}$$

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

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

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

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 matzemeli 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 matzemeli bölge için ;

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

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

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

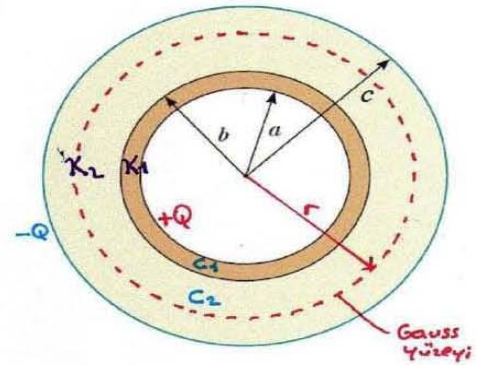
$$C = \frac{Q}{|\Delta V|} ; \quad C_1 = \kappa_1 \frac{Q}{|\Delta V_{ab}|} = \kappa_1 \frac{ab}{k(b-a)}$$

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

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

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

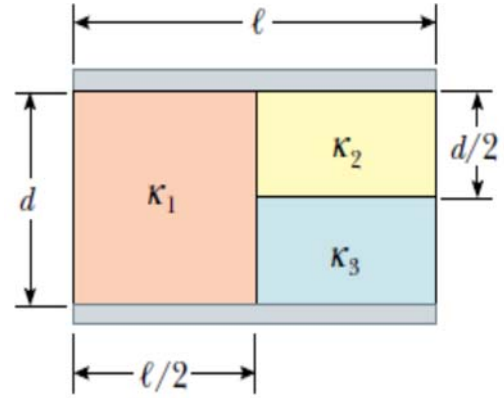
$$C_{eş} = \frac{\kappa_1 \kappa_2 abc (4\pi\epsilon_0)}{\kappa_2 bc - \kappa_1 ab + ac(\kappa_1 - \kappa_2)}$$



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.

$$C_1 = \kappa_1 \epsilon_0 \frac{A/2}{d} \quad ; \quad C_2 = \kappa_2 \epsilon_0 \frac{A/4}{d/2} \quad ; \quad C_3 = \kappa_3 \epsilon_0 \frac{A/4}{d/2}$$

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

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

b) Verilen degerleri kullanarak;

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

$$C_{e\varphi} = 8,63 \text{ pF}$$

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

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

6. Çapı  $4\text{mm}$ , boyu  $2\text{m}$  olan bir bakır tel  $6\text{A}$  akım taşımaktadır. Bakırda serbest elektronların yoğunluğu  $8.5 \times 10^{28} (1/\text{m}^3)$ , bakırın öz direnci  $\rho = 1.6 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$  olduğuna göre,
- Teldeki akım yoğunluğunu,
  - Teldeki elektrik alanı,
  - Teldeki direncini,
  - Serbest elektronların ortalama sürüklenme hızını,
  - Isı olarak harcanan gücü, hesaplayınız. ( $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ,  $\pi = 3$ )

$$2r = 4 \text{ mm} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$l = 2 \text{ m}$$

$$I = 6 \text{ A}$$

$$n = 8,5 \cdot 10^{28} (1/\text{m}^3)$$

$$\rho = 1,6 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm} = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$A = \pi r^2 \quad (\pi = 3)$$

$$A = \pi (2 \cdot 10^{-3})^2$$

$$A \approx 1,26 \cdot 10^{-5} (\text{m}^2)$$

$$\text{a) } J = \frac{I}{A}$$

$$J = \frac{6}{1,26 \cdot 10^{-5}}$$

$$J = 4,77 \cdot 10^5 (\text{A}/\text{m}^2)$$

$$\text{b) } J = \sigma E$$

$$\sigma \equiv \frac{1}{\rho}$$

$$J = \frac{E}{\rho}$$

$$E = \rho J$$

$$E = 1,6 \cdot 10^{-8} \cdot 4,77 \cdot 10^5$$

$$E = 7,6 \cdot 10^{-3} (\text{V}/\text{m})$$

$$\text{c) } R = \rho \frac{l}{A}$$

$$R = 1,6 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{2}{1,26 \cdot 10^{-5}}$$

$$R \approx 2,54 \cdot 10^{-3} (\Omega)$$

- d)  $v_s$ : Serbest elektronların elektrik alanında ortalama sürüklenme hızı

$$J = ne v_s$$

$$v_s = \frac{J}{ne}$$

$$v_s = \frac{4,77 \cdot 10^5}{8,5 \cdot 10^{28} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}$$

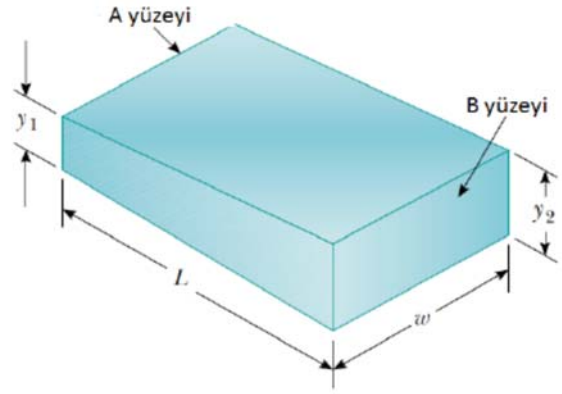
$$v_s \approx 3,51 \cdot 10^{-5} (\text{m}/\text{s})$$

$$\text{e) } P = I^2 R$$

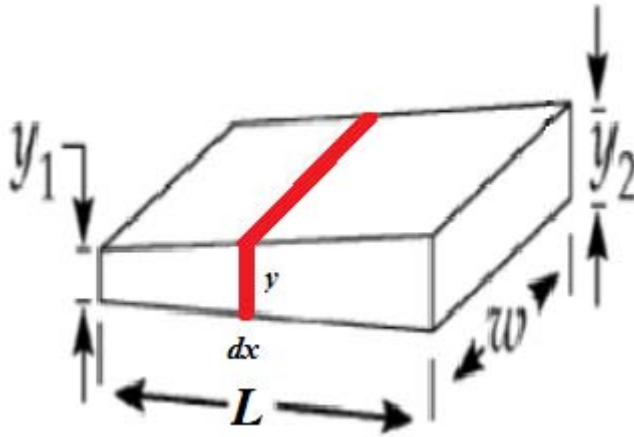
$$P = 6^2 \cdot 2,54 \cdot 10^{-3}$$

$$P \approx 9,1 \cdot 10^{-2} (\text{W})$$

7.  $\rho$  düzgün öz dirençli bir madde, Şekil 5'de görüldüğü gibidir kesik kama şeklinde biçimlendirilmiştir. Bu kamanın A ve B yüzeyleri arasındaki direnci verilenler cinsinden bulunuz.



Şekil 5



$$R = \int \frac{\rho dx}{A} = \int \frac{\rho dx}{wy}$$

Burada,

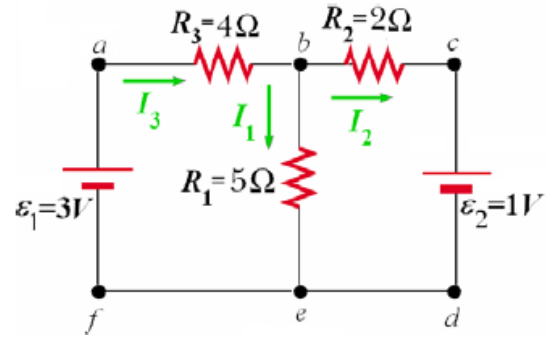
$$y = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{L} x$$

$$R = \frac{\rho}{w} \int_0^L \frac{dx}{y_1 + \frac{y_2 - y_1}{L} x} = \frac{\rho L}{w(y_2 - y_1)} \ln \left[ y_1 + \frac{y_2 - y_1}{L} x \right] \Big|_0^L$$

$$R = \frac{\rho L}{w(y_2 - y_1)} \ln \left( \frac{y_1 + y_2 - y_1}{y_1} \right)$$

$$R = \frac{\rho L}{w(y_2 - y_1)} \ln \left( \frac{y_2}{y_1} \right)$$

8. Şekil 6'da verilen devre için;  
a)  $R_1$ ,  $R_2$  ve  $R_3$  dirençlerinde harcanan güçleri,  
b)  $\varepsilon_1$  ve  $\varepsilon_2$  üreteçleri tarafından sağlanan güçleri bulunuz.



Şekil 6

1. Kirchoff Kuralı :  $\sum I_{\text{gelen}} = \sum I_{\text{gıkan}}$

2. Kirchoff Kuralı :  $\sum \Delta V = 0$   
kapanı  
ilmek

abefa ilmeği için:  $-I_3 R_3 - I_1 R_1 + \varepsilon_1 = 0$

$$-4I_3 - 5I_1 + 3 = 0 \quad (2)$$

bcdeb ilmeği için:  $-I_2 R_2 - \varepsilon_2 + I_1 R_1 = 0$

$$-2I_2 - 1 + 5I_1 = 0 \quad (3)$$

b düğüm noktası için:  $I_3 = I_1 + I_2 \quad (1)$

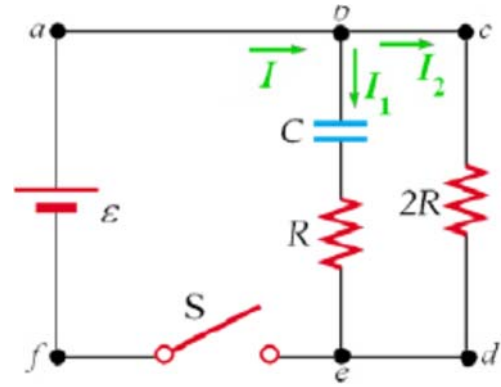
(1), (2) ve (3) numaralı denklemlerden;  $I_1 = \frac{5}{19} \text{ (A)}$ ,  $I_2 = \frac{3}{19} \text{ (A)}$ ,  $I_3 = \frac{8}{19} \text{ (A)}$

$$P_{R_1} = I_1^2 R_1 = \frac{125}{361} \text{ (w)} \quad P_{R_2} = I_2^2 R_2 = \frac{18}{361} \text{ (w)} \quad P_{R_3} = I_3^2 R_3 = \frac{256}{361} \text{ (w)}$$

b)  $P_{\varepsilon_1} = \varepsilon_1 I_3 = \frac{24}{19} \text{ (w)}$        $P_{\varepsilon_2} = \varepsilon_2 I_2 = \frac{3}{19} \text{ (w)}$



9. Şekil 7'de verilen devrede kondansatör yüksüz olup,  $t = 0$  anında  $S$  anahtarı kapatılıyor.
- a) Devreden geçen  $I$  akımını, zamanın fonksiyonu olarak verilenler cinsinden bulunuz ve  $I = f(t)$  grafiğini çiziniz.
- b) Devre kararlı hale geldikten sonra  $S$  anahtarı açılıyor. Kondansatör üzerindeki yük miktarının yarıya düşmesi için geçen zamanı bulunuz.



Şekil 7

a) b düğüm noktası için :  $I = I_1 + I_2$

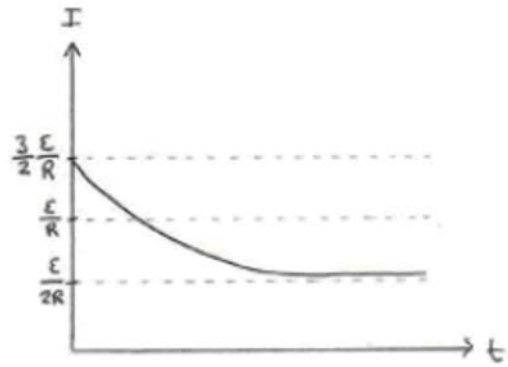
acdfea ilmeği için :  $\varepsilon - I_2 \cdot 2R = 0$  ;  $I_2 = \frac{\varepsilon}{2R}$

$I(t) = I_1(t) + I_2$

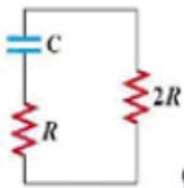
$$I(t) = \frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC} + \frac{\varepsilon}{2R}$$

$t=0$  için  $I(0) = \frac{\varepsilon}{R} + \frac{\varepsilon}{2R} = \frac{3}{2} \frac{\varepsilon}{R}$

$t \rightarrow \infty$  için  $I(\infty) = \frac{\varepsilon}{2R}$  ( $e^{-\infty} = 0$ )



b)  $q(t) = Q e^{-t/RC}$



$R_{eq} = R + 2R = 3R$

$q(t) = \frac{Q}{2}$  ;  $\frac{Q}{2} = Q e^{-t/RC}$

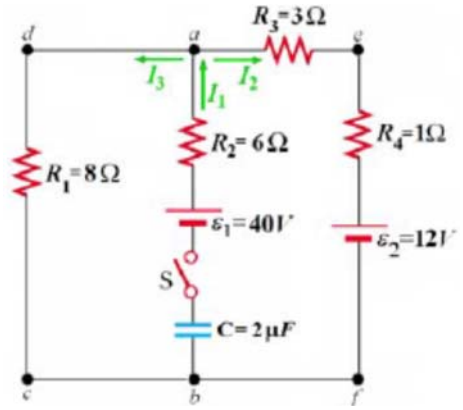
$\frac{1}{2} = e^{-t/3RC}$

$\ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\frac{t}{3RC}$

$t = -3RC \ln\left(\frac{1}{2}\right)$

$t = 3RC \ln 2$

10. Şekil 8'de verilen devrede kondansatör başlangıçta yüksüz olup,  $t = 0$  anında  $S$  anahtarı kapatılıyor.
- $S$  anahtarının kapatılmasından hemen sonra  $I_1$ ,  $I_2$  ve  $I_3$  akımlarını bulunuz.
  - $S$  anahtarının kapatılmasından uzun süre sonra  $I_1$ ,  $I_2$  ve  $I_3$  akımlarını bulunuz.
  - $S$  anahtarının kapatılmasından uzun süre sonra  $a$  ve  $b$  noktaları arasındaki potansiyel farkını hesaplayınız.
  - $S$  anahtarının kapatılmasından uzun süre sonra kondansatörün yükünü hesaplayınız.



Şekil 8

a)  $a$  düğüm noktası için:  $I_1 = I_2 + I_3$  (1)

$adcba$  ilmeği için:  $-I_3 R_1 + \varepsilon_1 - I_1 R_2 = 0$   
 $-8I_3 + 40 - 6I_1 = 0$   
 $6I_1 + 8I_3 = 40$  (2)

$abfea$  ilmeği için:  $I_1 R_2 - \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + I_2 R_4 + I_2 R_3 = 0$   
 $6I_1 - 40 + 12 + I_2 + 3I_2 = 0$   
 $6I_1 + 4I_2 = 28$  (3)

(1), (2) ve (3) numaralı denklemlerden;  $I_1 \cong 3,7(A)$   $I_2 \cong 1,5(A)$   $I_3 \cong 2,2(A)$

b) Kararlı akım durumunda  $ab$  kolundan akım geçmez.  $I_1 = 0$

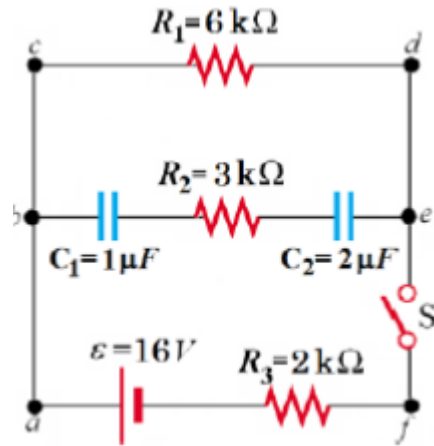
$defcd$  ilmeği için:  $-I_2 R_3 - I_2 R_4 - \varepsilon_2 - I_2 R_1 = 0$   
 $-3I_2 - I_2 - 12 - 8I_2 = 0$   
 $I_2 = -1(A)$   $I_3 = 1(A)$

c)  $V_a - I_3 R_1 = V_b$   
 $V_a - V_b = 8(V)$

d)  $V_a - \varepsilon_1 + V_c = V_b$   $Q = CV_c$   
 $V_a - V_b = \varepsilon_1 - V_c$   $Q = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 32$   
 $8 = 40 - V_c$   $Q = 64 \cdot 10^{-6} C$   
 $V_c = 32(V)$   $Q = 64 \mu C$

11. Şekil 9'da verilen devrede

- a) S anahtarı uzun bir süre kapalı kaldıktan sonra, her bir dirençten geçen akımı bulunuz.  
 b) Her bir kondansatörün yükünü ve  $R_2$  direncinde harcanan gücü bulunuz.  
 c) S anahtarı açılırsa, oluşacak deşarj devresinin zaman sabitini bulunuz.  
 d) S anahtarı açıldıktan sonra  $R_1$  direncinden geçen akımı, zamana bağlı olarak yazınız.



Şekil 9

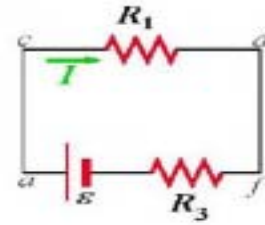
a) Kararlı akım durumunda b-c kolundan akım geçmez.  $I_{R_2} = 0$

cdfac ilmeği için:  $-IR_1 - IR_3 + \mathcal{E} = 0$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_3}$$

$$I = \frac{16}{(6+2) \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ (A)}$$

$$I_{R_1} = I_{R_3} = 2 \text{ (mA)}$$



b) cdebc ilmeği için:  $-IR_1 + \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} = 0$

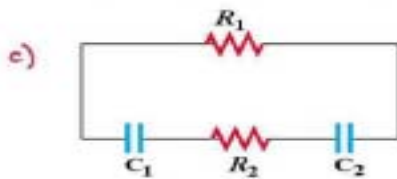
$$-2 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^3 + Q \left( \frac{1}{1 \cdot 10^{-6}} + \frac{1}{2 \cdot 10^{-6}} \right) = 0$$

$$Q = 8 \cdot 10^{-6} \text{ (C)}$$

$$Q = 8 \text{ (}\mu\text{C)}$$

$$P_{R_2} = I_{R_2}^2 R_2$$

$$P_{R_2} = 0 \quad (I_{R_2} = 0)$$



$$Z = R_{es} \cdot C_{es}$$

$$Z = 9 \cdot 10^3 \cdot 6,66 \cdot 10^{-7}$$

$$Z = 6 \cdot 10^{-3} \text{ (s)}$$

$$Z = 6 \text{ (ms)}$$

$$R_{es} = R_1 + R_2$$

$$R_{es} = 9 \text{ (k}\Omega\text{)}$$

$$\frac{1}{C_{es}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_{es} = 6,66 \cdot 10^{-7} \text{ (F)}$$

d)  $I(t) = -\frac{Q}{Z} e^{-t/\tau}$

$$I(t) = -\frac{8 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-3}} e^{-t/6 \cdot 10^{-3}}$$

$$I(t) = -\frac{4}{3} e^{-10^3 t / 6} \text{ (mA)}$$

(-) işareti, kondansatör zarf durkenki akım yönünün, kondansatör deşarj durkenki akım yönüne ters olduğunu gösterir.