



T.C.
KOCAELİ SAĞLIK VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ
2021-2022 BAHAR YARIYILI FİZ120 FİZİK II DERSİ

AKIM, DİRENÇ VE DEVRELER

AKIM, DİRENÇ ve DEVRELER



- Elektrik Akımı
- Ohm Yasası ve Direnç
- Doğru Akım Devreleri
- Dirençlerin Bağlanması
- Elektrik Ölçü Aletleri

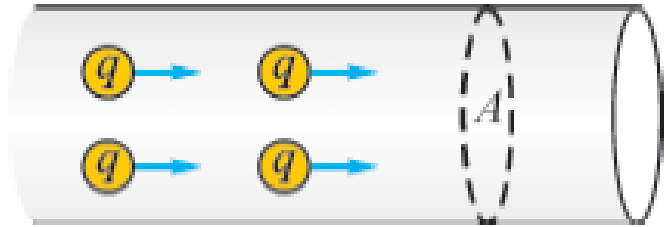
ELEKTRİK AKIMI



İletken maddenin herhangi bir kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına **akım** denir. ▼



KOCAELİ SAĞLIK
VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ
— 2009 —



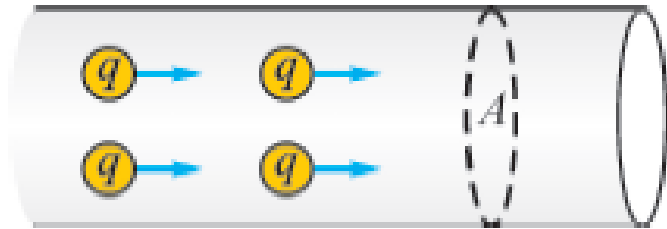
İletken maddenin herhangi bir kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına **akım** denir. ▼

Küçük bir dt zaman aralığında iletken kesitinden belli bir yönde geçen net yük miktarı dq ise,

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (\text{Akım}) \quad \blacktriangledown$$



ÜNİVERSİTESİ
2009



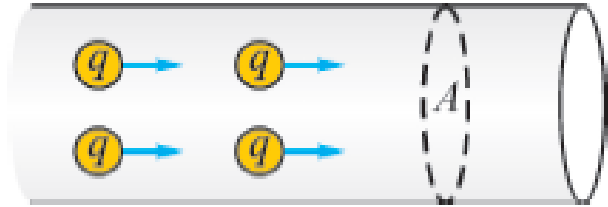
İletken maddenin herhangi bir kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına **akım** denir. ▼

Küçük bir dt zaman aralığında iletken kesitinden belli bir yönde geçen net yük miktarı dq ise,

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (\text{Akım}) \quad ▼$$

- Akım birimi **ampere (A)**: $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$ ▼





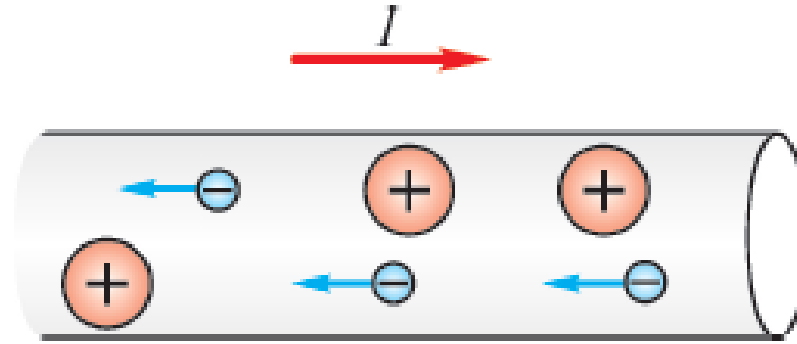
İletken maddenin herhangi bir kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına **akım** denir. ▼

Küçük bir dt zaman aralığında iletken kesitinden belli bir yönde geçen net yük miktarı dq ise,

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (\text{Akım}) \quad \blacktriangledown$$

- Akım birimi ampere (A): $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$ ▼
- İletken içindeki her zaman elektronlar devinim halindedirler. Ama, bir kesitten geçen ortalama net yük sıfır olur.

Ancak potansiyel farkına bağlanırsa bir yönde net yük akışı olur.

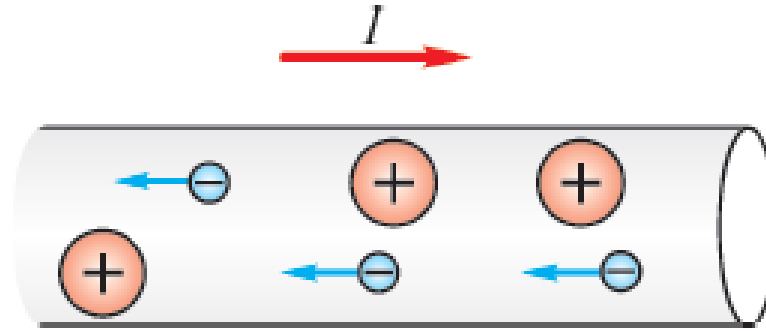


Akım Yönü: Tarihsel olarak, elektrik akımının yönü pozitif yüklerin yönü olarak kabul edildi.

Sonra sadece negatif elektronların hareket ettiği anlaşıldı.

Pozitif yüklü iyonlar birbirine kuvvetli bağlı ve ağır olduklarından, bulundukları yeri terketmezler (Titreşim hareketi yaparlar). ▼





Akım Yönü: Tarihsel olarak, elektrik akımının yönü pozitif yüklerin yönü olarak kabul edildi.

Sonra sadece negatif elektronların hareket ettiği anlaşıldı.

Pozitif yüklü iyonlar birbirine kuvvetli bağlı ve ağır olduklarından, bulundukları yeri terketmezler (Titreşim hareketi yaparlar). ▼

Buna rağmen, akım yönü kabulü değiştirilmedi.

Makroskopik olarak bu bir sorun yaratmaz.

- **Akım yönü pozitif yüklerin hareket yönünde alınır. Gerçekte katı ortamda, buna zıt yönde hareket eden negatif yüklü elektronlar vardır.**

- Bir düşünün sağa doğru $+1\text{ C}$ yük gitmesi sağ tarafta yükü 1C arttırır. Ama sola doğru -1C yük gitmesi, yine sağ taraftaki yükü 1C arttıracaktır. İkisi de aynı sonucu doğurur. Bu konuda pek çok ispatı $+q$ yükleri hareket ediyormuş gibi yapacağız ama, vardığımız sonuçlar değişmeyecektir.

Sürüklenme Hızı:

Akım, iletken tel içindeki elektronların hızı cinsinden hesaplanabilir. ▽



Elektronlar $F = qE$ kuvveti etkisi altındaki ivmelenmek ister. Fakat, ortamda bulunan iyonlarla çarpışarak enerji kaybeder ve yavaşlarlar. (Kırmızı ışıklar bulunan bir yolda hızlanmaya çalışan otomobil gibi.) ▽

Böylece elektronlar **sürüklenme hızı** denilen ortalama bir hızla hareket ederler.

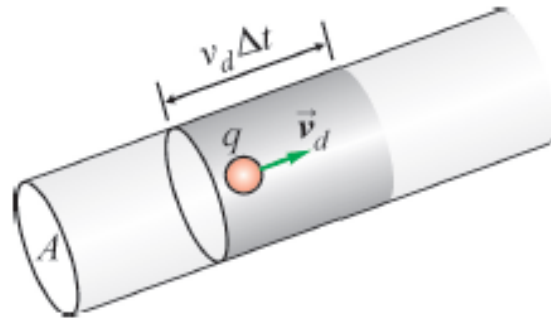
Şimdi, sürüklenme hızı ile akım arasındaki ilişkiyi görelim.

- Burada bir düzeltme yapalım: Elektrostatik iletken içinde daima $E=0$ olduğunu söylemiştik.
- Fakat, burada artık hareketli yükleri incelemeye başladığımız için, elektrostatik koşulları geçerli olmaz ve elektrik alan sıfırdan farklı olabilir.

İletkenin A kesitinden dt zaman aralığında geçen yük miktarı dq olsun.

Bu sürede v_d sürüklenme hızıyla kesiti geçen yükler, uzunluğu $L = v_d dt$ ve tabanı A olan bir silindir içinde kalırlar.

İletkende birim hacimdeki yük sayısı $n = N/V$ ve silindir içindeki q yükü sayısı dN ise,



$$dN = n \times \text{hacim} = n A v_d dt$$

ve kesiti geçen yük miktarı,

$$dq = q dN = qnAv_d dt$$

Akım tanımı ve $q = e$ elektron yükü kullanılırsa:

$$I = \frac{dq}{dt} = enAv_d \quad \longrightarrow \quad v_d = \frac{I}{enA} \quad (\text{sürüklenme hızı})$$

Basit bir hesap: Kesiti 1 mm^2 olan bakır telden $I = 20 \text{ A}$ akımı geçiyor. Bakırda yaklaşık $10^{29} / \text{m}^3$ serbest elektron olsun ($q = e$):

$$v_d = I/(enA) = 20/(1.6 \times 10^{-19} \times 10^{29} \times 10^{-6}) \approx 0.001 \text{ m/s} !$$

- Bu sonuç şaşırtıcı gelebilir.
- Elektronlar iletken içinde saniyede 1 mm kadar yavaş ilerlemektedirler.
- Oysa, elektrik düğmesini çevirdiğimiz anda lambanın yandığını gözleriz.
- Bunun sebebi iletken içinde her yerde serbest elektronların varoluşudur.
- Düğmeyi çevirdiğimizde, lambaya bitişik olan yükler harekete geçerler, uzun bir yol katetmelerine gerek yoktur.

Elektrik Akımının Biyolojik Etkileri



- Elektrik akımı vücuttan iki türlü geçebilir: Devreyi vücut üzerinden tamamlayarak (a), veya vücut üzerinden toprağa ulaşarak (b). ▼
- Elektrik çarpmasında önemli olan voltaj değil akımdır.
0.3 – 0.5 A DC veya 60 mA AC den fazlası zarar verebilir. ▼
- Elektrik akımı vücuda iki türlü zarar verebilir:
 - Deride ve iç organlarda yanıklar.
 - Kalp ve sinir sisteminde felç.

Ölümlerin % 80 si yanıklardan, gerisi kalp ve sinir felcinden oluşur.

- Geçen akım, vücudun elektrik direncine bağlı olur.

Vücut direnci derinin sıcaklığı veya terli oluşuna göre değişebilir.

Kuru derinin direnci $5\,000 - 10\,000 \, \Omega$, ama nemli derinin direnci $1\,000 \, \Omega$ değerine kadar düşebilir. ▼

- Bu akım ve direnç limitleri gözönüne alındığında, $10 \, V$ kadar düşük voltajlar dahi zararlı olabilmektedir. ▼

- **Korunma.**

- 1. kural, voltaj kaynağıyla teması kesmektir.

Bunu yaparken kendinizin yalıtılmış olmanıza dikkat etmeniz gerekir.

- Elektrik aletlerinde kaçak tehlikesine karşı, topraklı üçlü fişler kullanmak gerekir.
 - Diğer bir koruma yolu, yalıtkan tabanlı (lastik, mantar) ayakkabılar giyerek vücut üzerinden toprağa akım geçmesini önlemektir.

OHM YASASI VE DİRENÇ

Bir iletkenin birim kesitinden geçen akıma **akım yoğunluğu** (\mathcal{J}) denir:

$$\mathcal{J} = \frac{I}{A} \quad (\text{Akım yoğunluğu})$$

Metallerde ve diğer iletken malzemede \mathcal{J} akım yoğunluğu ile ortamdaki E elektrik alanı arasında lineer bir ilişki vardır: ▽

$$E = \rho \mathcal{J} \quad (\text{mikroskopik Ohm yasası})$$

ρ orantı katsayısına **özdirenç** denir.

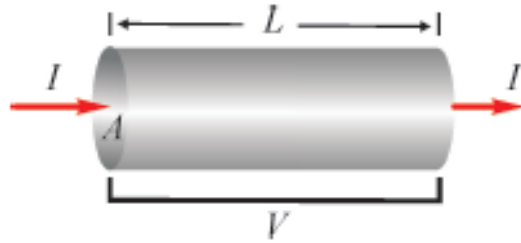
Özdirenç maddenin cinsine ve sıcaklığa bağlıdır.

Madde	Özdirenç ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)
Gümüş	1.5×10^{-8}
Bakır	1.7×10^{-8}
Altın	2.4×10^{-8}
Aluminyum	2.8×10^{-8}
Tungsten	5.3×10^{-8}
Karbon	3.5×10^{-5}

Kesiti A ve uzunluğu L olan iletkeni uygulanan potansiyel farkı V olsun.

İletken içindeki düzgün elektrik alan: $E = \frac{V}{L}$

Akım yoğunluğu için de $\mathcal{J} = I/A$ tanımını kullanırsa:



$$\frac{V}{L} = \rho \frac{I}{A} \quad \longrightarrow \quad V = \underbrace{\left(\rho \frac{L}{A} \right)}_R I$$

Buradan Ohm yasasının makroskopik ifadesi elde edilir:

$$V = RI \quad (\text{makroskopik Ohm yasası})$$

Bu yasadaki R katsayısı **direnç** adını alır:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (\text{direnç})$$

- Direnç birimi **ohm** olup kısaca Ω (omega) sembolüyle gösterilir:

$$1 \Omega = 1 \frac{V}{A}$$

Devre elemanı olarak  veya  ile gösterilir. ▼

- Direnç maddenin cinsine, boyutlarına ve sıcaklığa bağlıdır.
İletkenin uzunluğu arttıkça direnç artar, kesiti arttıkça direnç azalır. ▼

- Öz direnç ve direnç sıcaklıkla artar.

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

R direncinin sıcaklığa bağımlı da aynı yapıda olur:

$$R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

Madde	α (1/C°)
Gümüş	0.004
Bakır	0.004
Altın	0.003
Aluminyum	0.004
Tungsten	0.005
Karbon	-0.001

Örnek: Kesiti 0.1 mm^2 olan bakır telden 5Ω luk bir direnç yapılmak isteniyor.

- a) Telin uzunluğu ne kadar olmalıdır?
- b) Bu direnç 116 V luk bir potansiyel farkına bağlandığında, ne kadar akım geçer?
- c) Telin içindeki elektrik alan şiddeti ne kadar olur?

a) Direnci öz direnç cinsinden veren formülü kullanılır:

- $R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow L = \frac{RA}{\rho}$

- Bakırın öz direnci 1.7×10^{-8} olduğunu biliyoruz.

- $L = \frac{5 \times 0.1 \times 10^{-6}}{1.7 \times 10^{-8}} = 29 \text{ m}$

b) Akım, Ohm yasasının makroskopik ifadesi olan formülü ile hesaplanır.

- $I = \frac{V}{R} = \frac{116}{5} = 23 \text{ A}$

c) Tel içinde düzgün bir elektrik alan olduğu varsayılırsa, potansiyel farkı elektrik alan cinsinden yazılır:

- $V = E L \rightarrow E = \frac{V}{L} = \frac{116}{29} = 4 \text{ V/m}$

Örnek: Kesiti 2 mm^2 olan bir telden 3 A akım geçtiğinde tel içinde 100 V/m şiddetinde bir elektrik alan oluşmaktadır. Telin öz direnci ne kadardır?

- Ohm yasasının mikroskopik ifadesi olan formülü yazılır:

- $E = \rho J$

- Burada $J = \rho \frac{I}{A} \rightarrow \rho = \frac{EA}{I}$

- Veriler yerine konulup öz direnç hesaplanır:

- $\rho = \frac{100 \times 2 \times 10^{-6}}{3} = 6.7 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$

Örnek: Bir tungsten teli lambanın $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ deki direnci $10\text{ }\Omega$ dur.

- a) $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ de direnci ne kadar olur?
- b) Lamba akkor halinde yanarken direnci $80\text{ }\Omega$ oluyor. Lambanın sıcaklığını tayin edin.

a) Direncin sıcaklıkla değişimini veren formül kullanılır:

- $R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$
- Tungstenin sıcaklık katsayısı 0.005 dir.
- $R = 10[1 + 0.005x(600 - 20)] = 39 \Omega$

b) Aynı formül T sıcaklığını bulmakta kullanılır:

- $80 = 10[1 + 0.005x(T - 20)] = 1420 ^\circ C$

DOĞRU AKIM DEVRELERİ



Elektromotor Kuvveti (EMK)

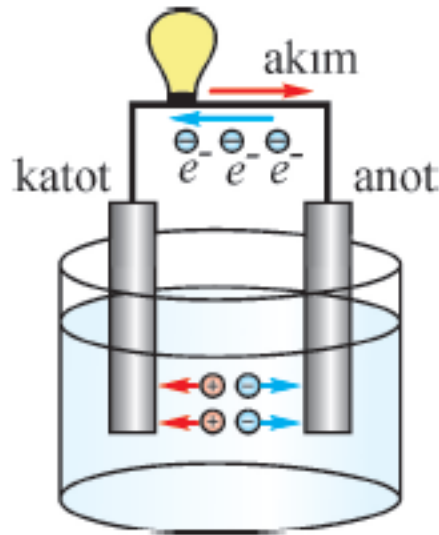
Başka enerji türlerinden (kimyasal, mekanik, manyetik, ı ışık, vb.) elde edilen elektrik potansiyel farkına **elektromotor kuvveti** denir.



- Kısaca **emk** denir ve \mathcal{E} ile gösterilir.
(Aslında kuvvet değil, bir potansiyel farkıdır.) ▼
- Devre elemanı olarak emk $\begin{array}{c} + \\ | \\ - \end{array}$ sembolüyle gösterilir.

- Kimyasal EMK kaynağı: Batarya ve aküler.

Galvanik pilde elektrolit sıvı içine gömülü farklı iki metal elektrot (çinko ve bakır) arasında bir potansiyel farkı oluşur.



Daha yüksek potansiyelde olan (pozitif) uca *katot*, diğer negatif uca *anot* denir.

Akım katottan anoda, yani pozitif uçtan negatife doğru olur.

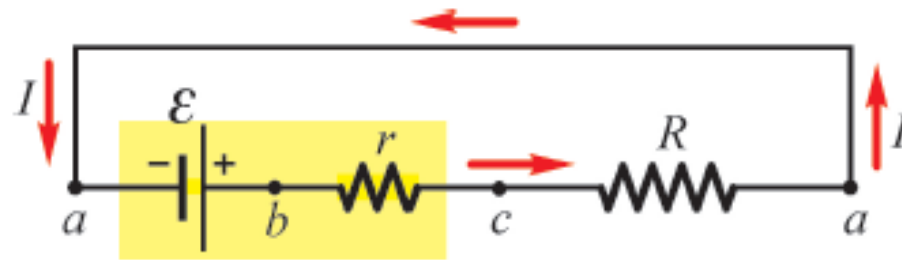
Pilin içinde akım buna ters yönde giderek çevrimi tamamlar. ▼

- Bataryanın emk değeri (\mathcal{E}) sabittir, bataryanın boyutlarını artırırsanız da değişmez.

Ancak birkaç bataryayı seri bağlayarak artırılabilir.
(Örneğin, 6 hücreli bir otomobil aküsünde 12 V.)

İç Direnç ve Uç Voltajı:

Bir emk kaynağı R direncine bağlandığında, batarya içinde de bir r iç direnci oluşur. (Çünkü, batarya içindeki elektrolit sıvıda elektronların hareketliliği sınırlıdır.) ▽

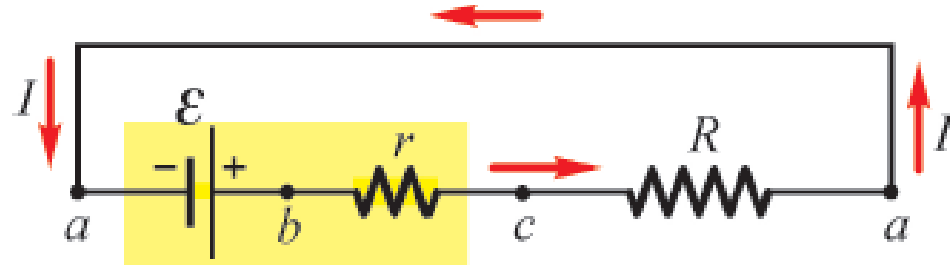


Basit bir devre: İç direnci r olan bir \mathcal{E} emk kaynağına bağlı R direnci. ▽

Bataryanın $(-)$ ucunun potansiyeli V_a olsun.

a ucundan başlayarak devreyi dolanıp tekrar aynı yere gelindiğinde potansiyel yine V_a olmalıdır.

$$V_{aa} = V_{ab} + V_{bc} + V_{ca} = 0$$



$$V_{ab} + V_{bc} + V_{ca} = 0 \quad \blacktriangledown$$

$V_{ab} = +\mathcal{E}$: Çünkü, b ucu daha yüksek potansiyelde. \blacktriangledown

$V_{bc} = -rI$ Çünkü, c ucu b den düşük potansiyelde.

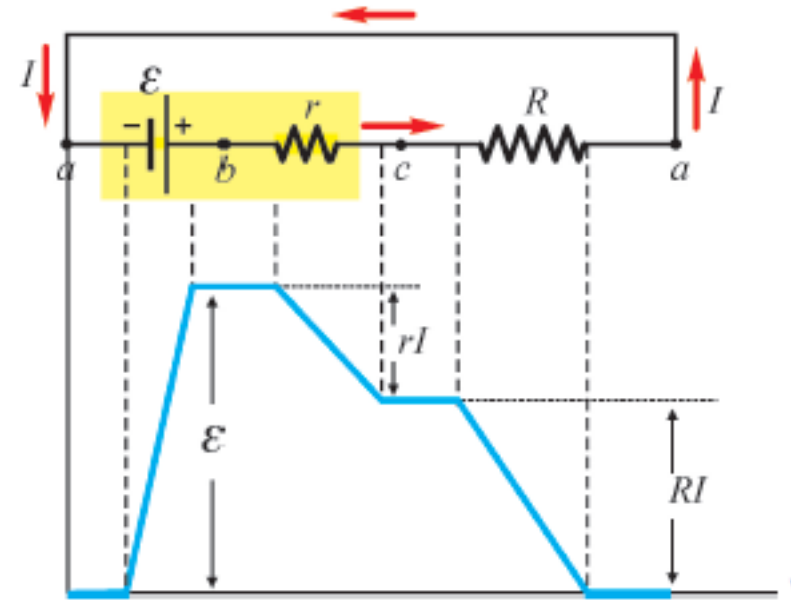
\blacktriangleleft *Direnç üzerinden akım yönünde geçerken potansiyel $-RI$ kadar azalır.* \blacktriangledown

$V_{ca} = -rI$ Çünkü, a ucu c den düşük potansiyelde.

Sonuç: $\mathcal{E} - rI - RI = 0 \quad \longrightarrow \quad \mathcal{E} = (R + r)I$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

Potansiyelin deęişim grafięi →



Uç voltajı:

Devre çalışırken, bağlanan R direncinin gördüğü V_{ac} potansiyel farkı.

$$V_{ac} = \mathcal{E} - rI \quad (\text{Uç voltajı})$$

Uç voltajı daima \mathcal{E} değerinden az olur, çünkü r iç direnci üzerindeki potansiyel düşüşünü de hesaba katmak gerekir.

Elektrik Devrelerinde Güç ve Enerji

Uçları arasında V potansiyel farkı olan bir devre elemanı üzerinden, dt zaman aralığında dq yükü geçiyor olsun. ▼

Yükün potansiyel enerjisindeki değişme = Yapılan iş: $dU = dq V = dW$. ▼

Güç= Birim zamanda yapılan iş:

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{V dq}{dt} = V \frac{dq}{dt} \quad \longrightarrow \quad P = V I \quad (\text{Güç})$$

Belli bir zaman aralığında harcanan enerji: $dW = P dt$ ▼

Direnç üzerinde harcanan güç (Ohm yasası $V = RI$):

$$P = V I = R I^2 \quad (\text{Dirençte ısıya dönüşen güç})$$

Ve dt zaman aralığında harcanan enerji: $dW = P dt = R I^2 dt$

Örnek: 15 V luk bir bataryaya 7 Ω direnci bağlanmıştır. Bataryanın iç direnci 0.5 Ω dır.

- a) Devreden geçen akımı bulun.
- b) Bataryanın uç voltajını bulun.
- c) Dirençlerde harcanan gücü ve bataryanın devreye sağladığı gücü hesaplayın.

a) Bataryanın eksi ucundan başlayarak, saat ibreleri yönünde komple bir tur yaptığımızda, her bir devre elemanı üzerindeki voltaj değişimlerini toplarız:

- $+\varepsilon - rI - RI = 0$ $I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{15}{7+0.5} = 2 \text{ A}$

b) Bataryanın uç voltajı formülü ile hesaplanır:

- $V_{ab} = \varepsilon - rI = 15 - 0.5 \times 2 = 14 \text{ V}$

c) Dirençlerde harcanan güç RI^2 formülüyle hesaplanır:

- $W_R = RI^2 = 7 \times 2^2 = 28 \text{ W}$ ve $W_r = rI^2 = 0.5 \times 2^2 = 2 \text{ W}$

- Bataryanın sağladığı güç; $P = V I = \varepsilon I = 15 \times 2 = 30 \text{ W}$

Örnek: Tungstenden yapılmış olan bir su ısıtıcısının oda sıcaklığında ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) direnci $50\ \Omega$ olup, 240 V altında çalışmaktadır.

- a) Isıtıcı $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ daki suyu ısıtmaya başladığında harcadığı güç ne kadardır?
- b) Su kaynamaya başladığında harcadığı güç ne kadar olur?

a) Güç formülü $P = RI^2$ ve Ohm yasası $V = IR$ kullanılırsa, ısıtıcının gücü şöyle yazılabilir:

- $P = RI^2 = \frac{V^2}{R}$

- Oda sıcaklığındaki direnç kullanılarak güç hesaplanır:

- $P = \frac{240^2}{50} = 1200 \text{ W} = 1.2 \text{ kW}$

b) Suyun kaynama sıcaklığı 100°C olduğundan, bu sıcaklıktaki direnci hesaplamak gerekir:

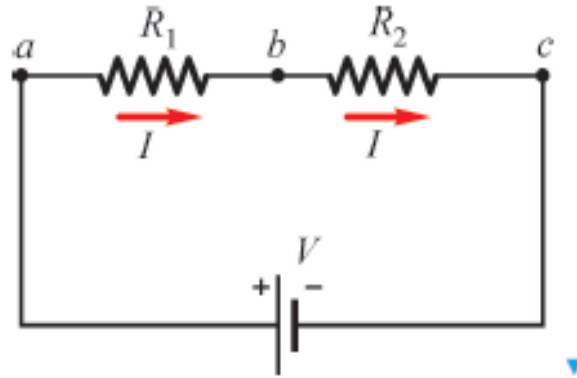
- $R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)] = 50[1 + 0.005 \times (100 - 20)] = 70 \Omega$

- Bu dirençten harcanan güç hesaplanır:

- $P = \frac{V^2}{R} = \frac{240^2}{70} = 820 \text{ W} = 0.82 \text{ kW}$

DİRENÇLERİN BAĞLANMASI

Seri Bağlama



R_1 ve R_2 dirençleri başka kola ayrılmadan peşpeşe bağlanmışsa, **seri bağlama**.

Dirençler üzerinden aynı I akımı geçer.

Potansiyel farkları ve Ohm yasası yazılır:

$$V_{ac} = V_{ab} + V_{bc}$$

$$V = R_1 I + R_2 I \quad \blacktriangledown$$

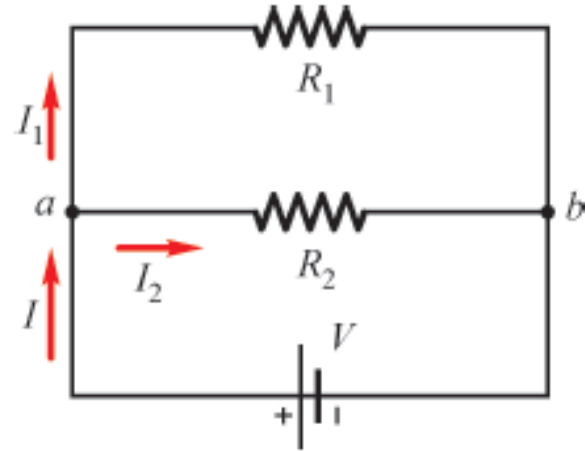
$R_{eş}$ direnci aynı V potansiyel farkı altında aynı I akımını çekmelidir:

$$V = R_{eş} I \quad \longrightarrow \quad R_{eş} = R_1 + R_2 \quad \blacktriangledown$$

Bu sonuç ikiden fazla direnç için de geçerlidir:

$$R_{eş} = R_1 + R_2 + \cdots + R_N \quad (\text{Seri bağlama})$$

Paralel Bağlama



R_1 ve R_2 dirençleri aynı bir V potansiyel farkına bağlı ise **paralel bağlama**.

Dirençler üzerindeki akımlar farklı olacaktır:

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \quad I_2 = \frac{V}{R_2}$$

Bataryadan çekilen toplam akım $I = I_1 + I_2$ olur. ▽

Aynı uçlar arasına konulan eşdeğer direnç aynı toplam akımı çekmelidir:

$$I = I_1 + I_2$$

$$\frac{V}{R_{eş}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} \quad \longrightarrow \quad \frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \triangledown$$

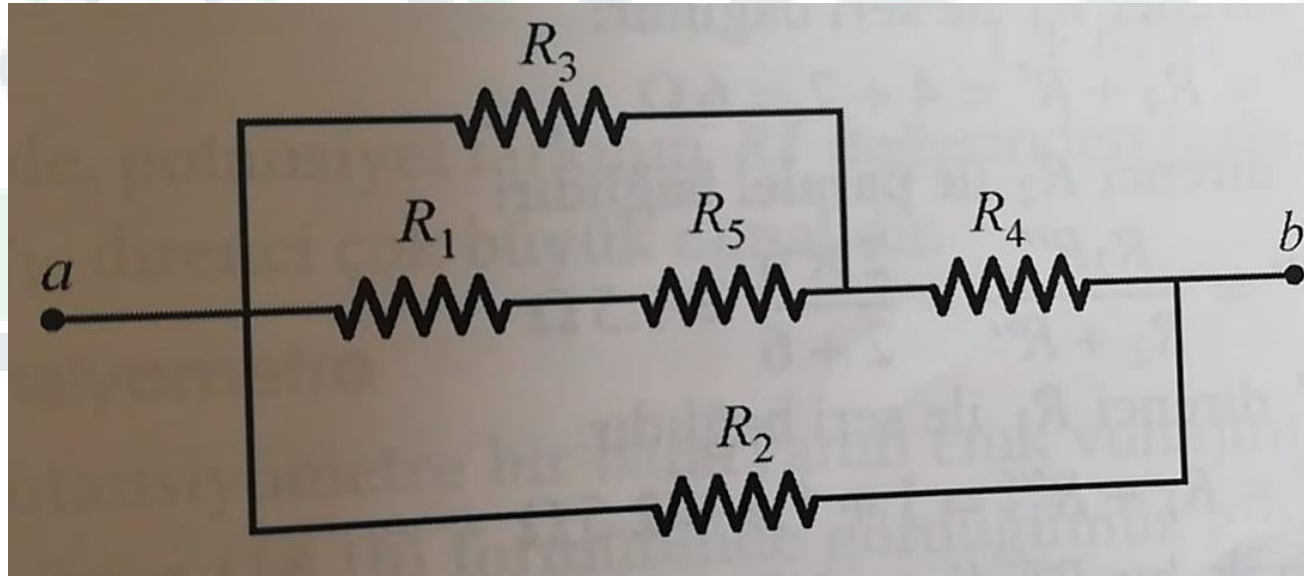
Bu ispat ikiden fazla direnç için de geçerlidir:

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_N} \quad (\text{Paralel bağlama})$$

Örnek: Şekildeki devrede $R_1 = 1$, $R_2 = 2$, $R_3 = 3$, $R_4 = 4$ ve $R_5 = 5 \Omega$ dır.

a) ab arasındaki eşdeğer direnç ne kadardır?

b) ab uçları 12 V luk bir kaynağa bağlandığında, R_4 direncinden ne kadar akım geçer?

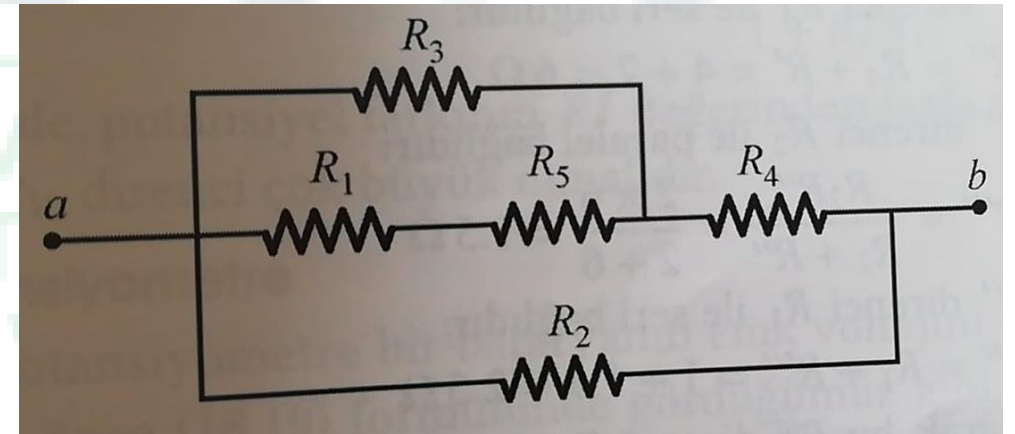


- a) $R' = R_1 + R_5 = 1 + 5 = 6 \Omega$

- $R'' = \frac{R_3 R'}{R_3 + R'} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Omega$

- $R''' = R_4 + R'' = 4 + 2 = 6 \Omega$

- $R_{eş} = \frac{R_2 R'''}{R_2 + R'''} = \frac{2 \times 6}{2 + 6} = 1.5 \Omega$



- b) Önce, ab uçları bataryaya bağlandığında, eşdeğer direncin çektiği akım hesaplanır:

- $I = \frac{V_{ab}}{R_{eş}} = \frac{12}{1.5} = 8 A$

- Bu I akımının b ucundan girdiğini varsayalım. Burada akım, I_2 ve I_4 ile gösterdiğimiz iki kola ayrılacaktır:

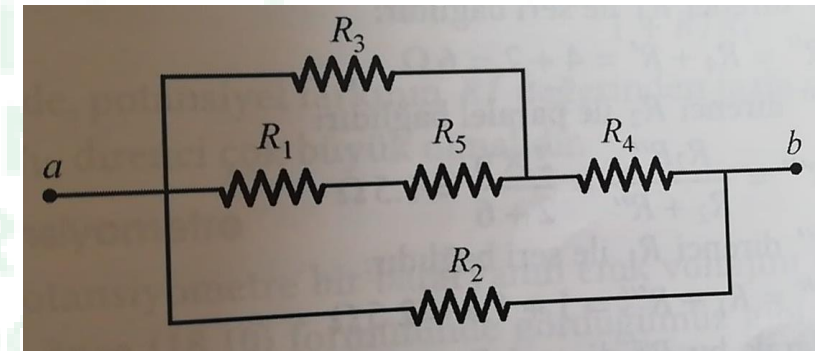
- $I = I_2 + I_4 = 8 A$

- I_2 akımını hemen Ohm yasasıyla hesaplayabiliriz, çünkü R_2 direnci de $V_{ab} = 12 V$ luk potansiyel farkını göstermektedir:

- $I_2 = \frac{V_{ab}}{R_2} = \frac{12}{2} = 6 A$

- Buradan I_4 akımı hesaplanır:

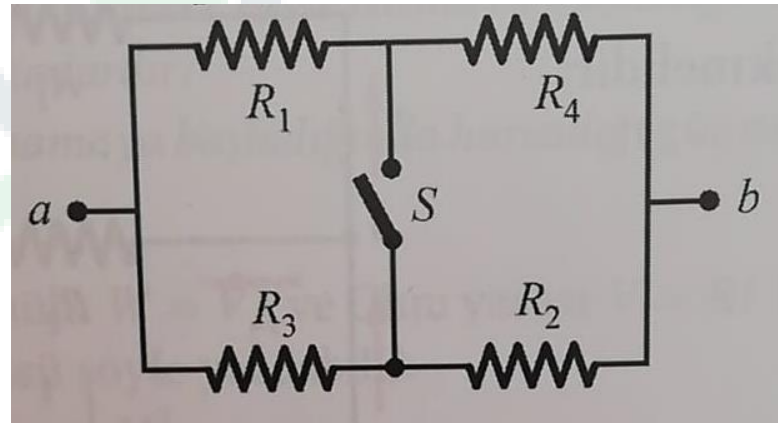
- $I_4 = I - I_2 = 8 - 6 = 2 A$



Örnek: Şekildeki devrede

$R_1 = 1, R_2 = 2, R_3 = 3$ ve $R_4 = 4$ dir. ab uçları 12 V luk bir kaynağa bağlanıyor.

- a) S anahtarı açık iken, eşdeğer direnci ve devrede harcanan gücü hesaplayın.
- b) S anahtarı kapalı iken, eşdeğer direnci ve devrede harcanan gücü hesaplayın ve a) şıkkıyla karşılaştırın.



- a) Anahtar açıkken, (R_1, R_4) ve (R_2, R_3) çiftleri kendi aralarında seri bağlıdırlar. Bunların eşdeğer dirençlerini R' ve R'' ile gösterelim:

- $R' = R_1 + R_4 = 1 + 4 = 5 \Omega$

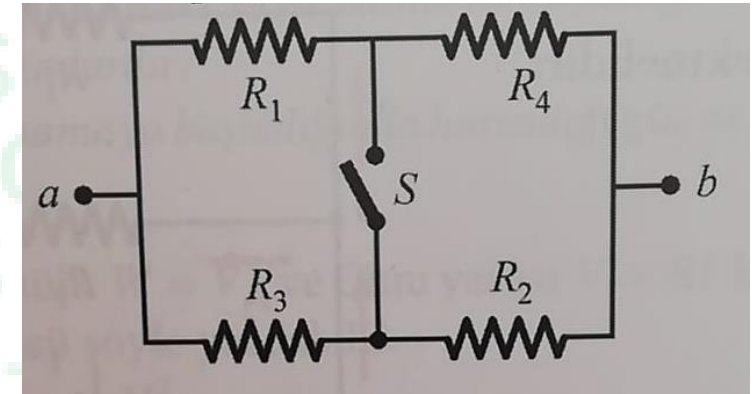
- $R'' = R_2 + R_3 = 2 + 3 = 5 \Omega$

- Daha sonra, bu R', R'' dirençleri paralel bağlı olurlar:

- $R_{eş} = \frac{R'R''}{R'+R''} = \frac{5 \times 5}{5+5} = 2.5 \Omega$

- Devrede harcanan güç potansiyel farkından hesaplanır:

- $P = \frac{V_{ab}^2}{R_{eş}} = \frac{12^2}{2.5} = 58 W$



- b) Anahtar kapalıyken, (R_1, R_3) ve (R_2, R_4) çiftleri kendi aralarında paralel bağlı duruma geçerler. Bunların eşdeğer dirençlerini R' ve R'' ile gösterelim:

- $R' = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = \frac{1 \times 3}{1 + 3} = \frac{3}{4} \Omega$

- $R'' = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = \frac{2 \times 4}{2 + 4} = \frac{4}{3} \Omega$

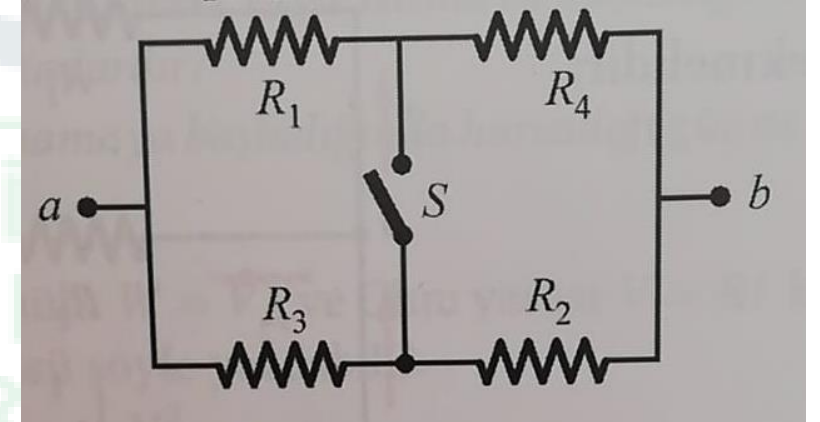
- Daha sonra, bu R' , R'' dirençleri seri bağlı olurlar:

- $R_{eş} = R' + R'' = \frac{3}{4} + \frac{4}{3} = \frac{25}{12} = 2.1 \Omega$

- Devrede harcanan güç potansiyel farkından hesaplanır:

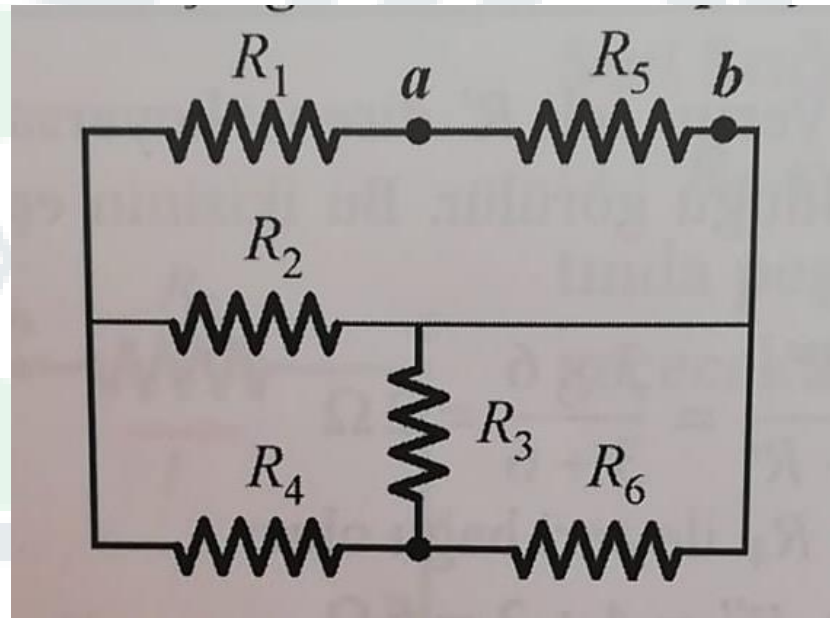
- $P = \frac{V_{ab}^2}{R_{eş}} = \frac{12^2}{2.1} = 69 W$

- Anahtar kapalıyken devrede harcanan güç daha fazladır.

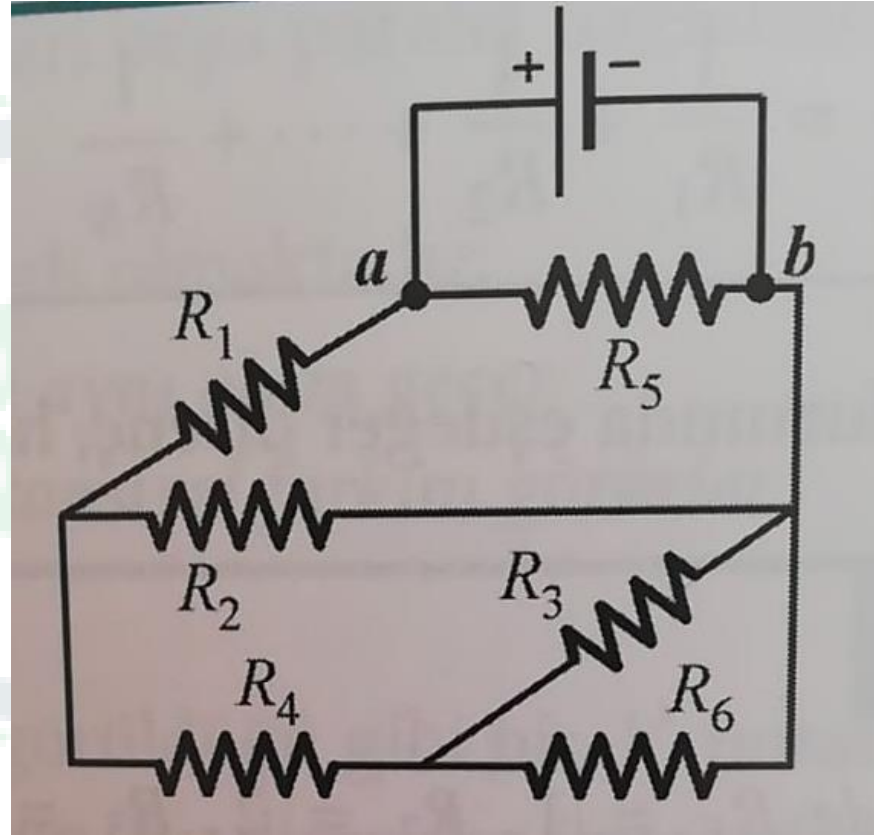


Örnek: Şekildeki devrede

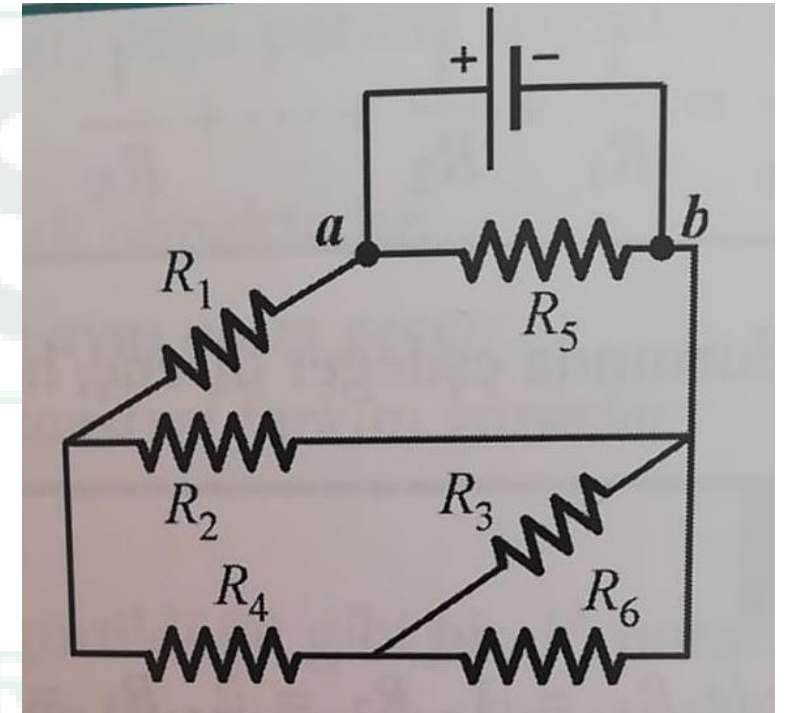
$R_1 = 1, R_2 = 2, \dots$ ve $R_6 = 6 \Omega$ dır. ab noktaları arasındaki eşdeğer direnci hesaplayın.



a) Bağlantı tellerinin boylarını değiştirip bir noktada toplarsak, devre şöyle basitleşir:



- $R' = \frac{R_3 R_6}{R_3 + R_6} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Omega$
- $R'' = R_4 + R' = 4 + 2 = 6 \Omega$
- $R''' = \frac{R_2 R''}{R_2 + R''} = \frac{2 \times 6}{2 + 6} = 1.5 \Omega$
- $R^{iv} = R_1 + R''' = 1 + 1.5 = 2.5 \Omega$
- $= \frac{R_5 R^{iv}}{R_5 + R^{iv}} = \frac{5 \times 2.5}{5 + 2.5} = 1.7 \Omega$



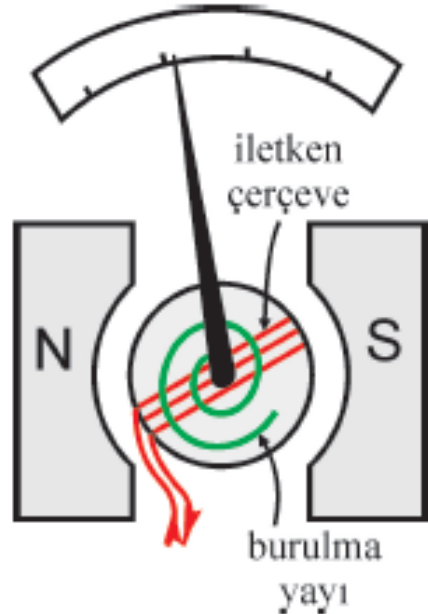
ELEKTRİK ÖLÇÜ ALETLERİ



Akım ölçen alete **ampermetre**, potansiyel farkı ölçen alete **voltmetre** ve emk ölçen alete **potansiyometre** denir.

Tüm bu ölçü aletlerinin ortak yapısı \rightarrow galvanometre. ▽

Galvanometre



Bir mıknatısın kutupları arasına konulan tel çerçevesinden akım geçtiğinde, tel üzerinde akımla orantılı manyetik bir kuvvet oluşur (bkz. Bölüm 20).

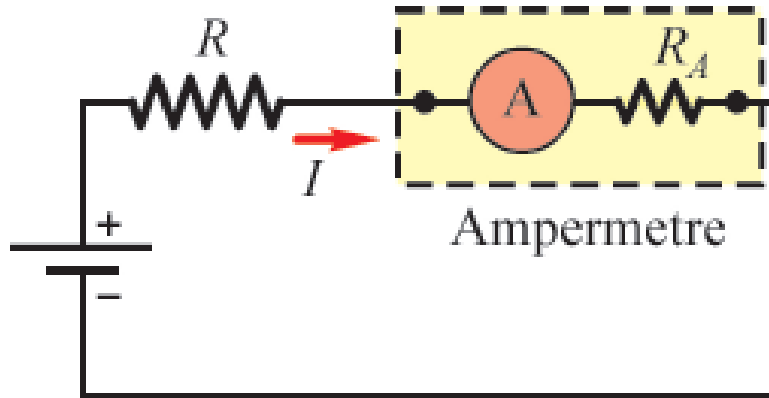
Kuvvetin dönme momenti çerçeveyi saptırır. ▽

Burulma miktarı da geçen akımla orantılıdır.

Burulma açısı ölçülerek akım tayin edilebilir. ▽

Fakat, galvanometreyi oluşturan telin direnci devreden geçen akımı değiştirebilir. O halde, *galvanometrenin direncinin çok küçük olması gerekir.*

Ampermetre



Akım ölçmekte kullanılır.

Direnci çok küçük olan bir galvanometre.

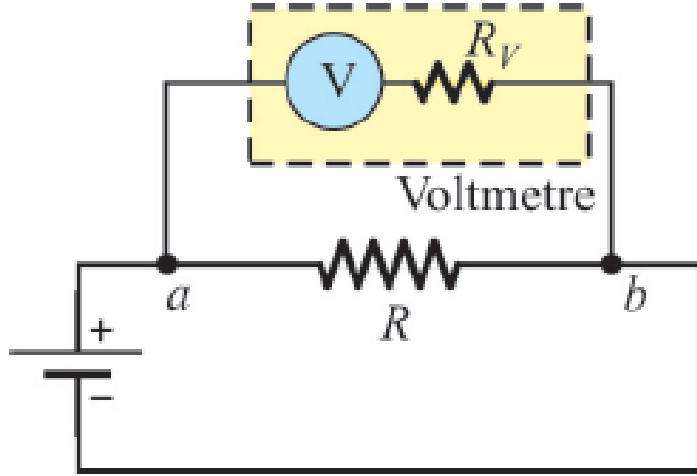
Ampermetre, akım ölçülecek yere seri bağlanır. ▼

Fakat, geçen akımı etkilememesi için ampermetrenin direnci çok küçük, neredeyse sıfır olmalıdır.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + R_A}$$

Ampermetrenin direnci $R_A \ll R$ olursa, akım fazla değişmez.

Voltmetre



İki nokta arasındaki potansiyel farkını (voltajı) ölçmekte kullanılır.

Direnci çok büyük olan bir galvanometredir.

Voltmetre devrenin a, b noktalarına paralel bağlanır. ▼

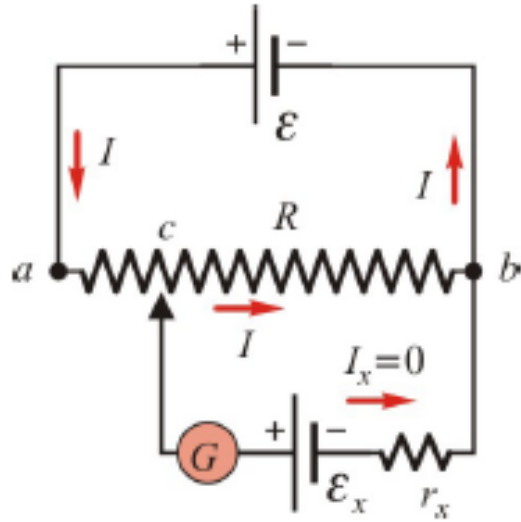
R direnci üzerindeki potansiyel farkı hesaplanır:

$$V = \frac{RI}{1 + R/R_V}$$

O halde, potansiyel farkının RI değerinden fazla uzaklaşmaması için voltmetrenin R_V direnci çok büyük ($R_V \gg R$) olmalıdır.

Potansiyometre: Bataryaların emk voltajını ölçmekte kullanılır.

Sorun: Batarya devreye akım vermeye başladığında, uç potansiyeli $V_{ab} = \mathcal{E} - rI$, yani $< \mathcal{E}$ den küçük olur. ▼



Sıfır akımda ölçme yapabilir miyiz? Evet. ▼

Değerleri bilinen \mathcal{E} bataryası ve R direnci.

b ucu ile, değişken bir c noktası arasına \mathcal{E}_x değeri ölçülmek istenen emk kaynağı bağlanır.

c noktası değiştirilerek, öyle bir nokta bulunur ki orada \mathcal{E}_x üzerinden geçen I_x akımı sıfır olur. ▼

Bu sıfır durumunda, aynı V_{cb} potansiyel farkını iki kolda hesaplarsak,

$$\left. \begin{array}{ll} V_{cb} = R_{cb} I & (R \text{ direncinin } R_{bc} \text{ kadarı}) \\ V_{cb} = \mathcal{E}_x & (\text{çünkü, } I_x = 0) \end{array} \right\} \longrightarrow \mathcal{E}_x = R_{bc} I$$

I akımı ve R_{bc} direnci ölçülerek \mathcal{E}_x hesaplanabilir.

TEŞEKKÜR EDERİM

KOCAELİ SAĞLIK
VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ
— 2009 —