



FİZ112 FİZİK-II

*Ankara Üniversitesi
Fen Fakültesi Fizik Bölümü
10. Hafta*

AYSUHAN OZANSOY

Bölüm 6: Akım ve Direnç

1. Elektrik Akımı
2. Akım Yoğunluğu
3. Direnç ve Ohm Kanunu
4. Öz direnç
5. Öz direnç ve Sıcaklık

1. Elektrik Akımı



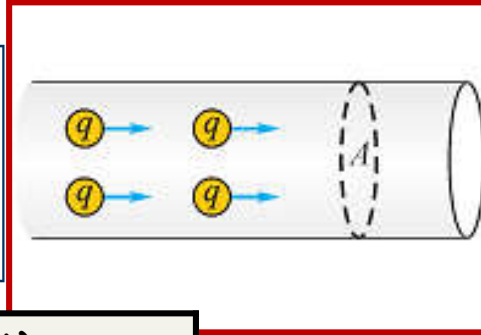
Bu ve sonraki 3 bölümde hareket halindeki yükleri inceleyeceğiz.

→ Birim zamanda, belli bir kesit alanından geçen yük miktarına **elektrik akımı** ya da kısaca **akım** denir.

$$I_{ort} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$I \equiv I_{ani}$$

$$I \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$$



Şekil [2]'den alınmıştır.

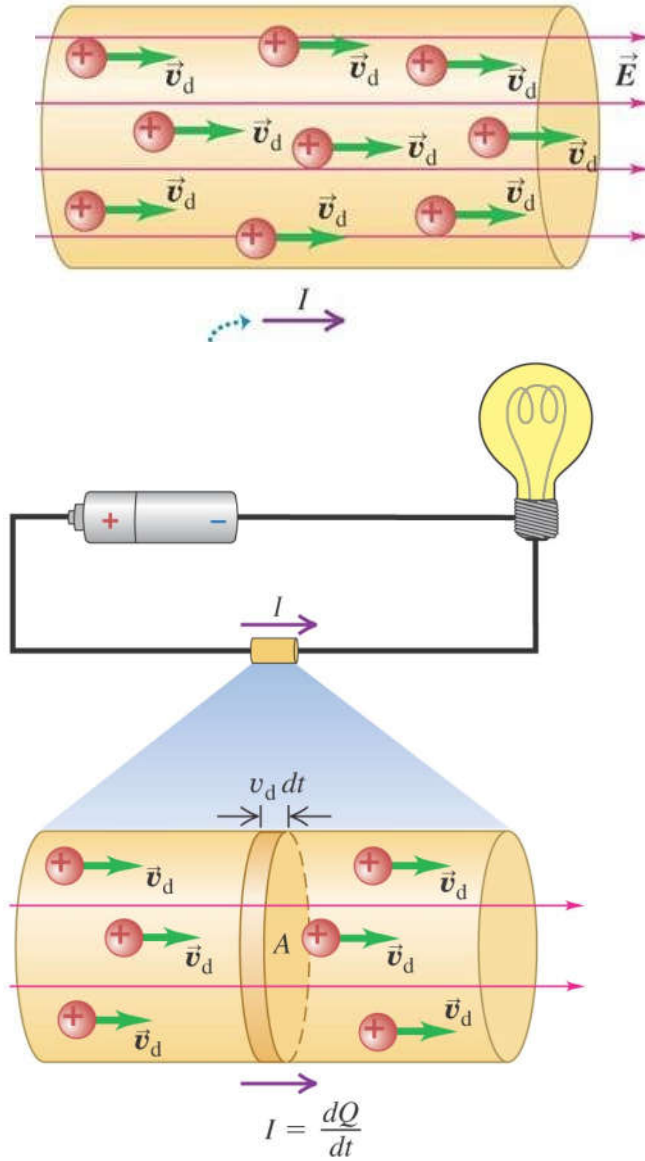
Akımın bulunduğu yer	Akım (A)
Bilgisayar devrelerinde	10^{-12} - 10^{-6}
TV tüpündeki elektron ışını	10^{-3}
İnsan için tehlikeli	10^{-2} - 10^{-1}
El feneri	0.5-1
Otomobil marş motoru	200
Yıldırım da tepe akımı	10^4

Bazı Akım Değerleri

$$v_d = v_s \text{ sürüklenme hızı}$$

Akım: [Coulomb/Saniye] $\equiv$ [A]

A: Amper



➤ Elektrik akımının yönü; pozitif yüklerin akış yönüdür. Akımın yönünü belirlemedeki bu seçime **konvensiyonel akım** denir.

➤ Akımın yönüyle ilgili bu seçim tamamen keyfidir.

➤ Akımın yönünden bahsetmiş olsak da elektrik akımı skaler bir nicelik.

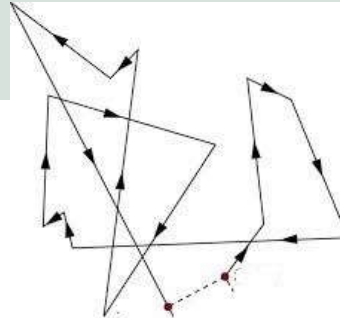
➔ İletken içinde elektronlar sürekli hareket halindedir. Buna rağmen, bir kesitten geçen net yük sıfır olur. Ancak, bir potansiyel farka bağlanırsa yük akışı olur.

Madde İçinde Akımlar

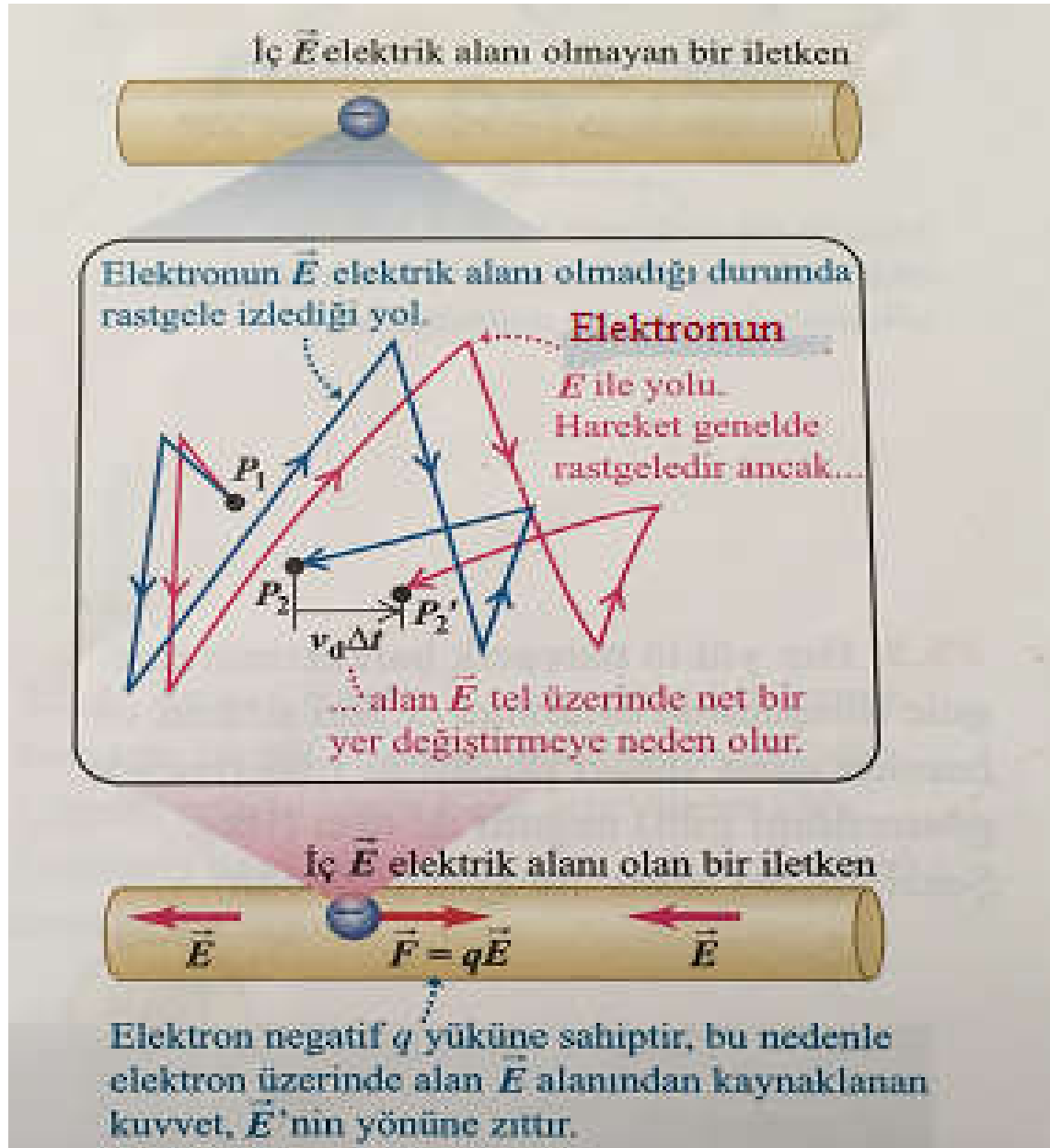
Yükün madde içindeki hareketini maddenin özellikleri belirler → (iletken, yalıtkan, yarıiletken, süperiletken.)

➤ Yüklerin madde içinde nasıl taşındığına bakalım:

a) Elektrostatik Durumda: İletken içinde her yerde elektrik alan sıfırdır ($E=0$) ve akım yoktur. Bu, tüm yüklerin durgun olduğu anlamına gelmez. Bir iletkende serbest elektronlar rastgele hareket ederler. Elektronların hareketi rastgele olduğundan belli bir yönde net yük akışı olmaz. Elektronların rastgele hareketlerinin sürati $v_r \sim 10^6$ m/s



b) İletkenin iki ucu bir güç kaynağına bağlanırsa: İletken üzerindeki tüm noktaların potansiyeli aynı değildir. Bir potansiyel fark yaratılmış olur, bu durumda iletkende bir elektrik alan oluşturulur ($E \neq 0$). Bu alan elektronların rastgele hareketini değiştirir. Alan, elektronlar üzerine bir kuvvet uygular. Elektronlar kuvvetle zıt yönlü bir sürüklenme kazanırlar. Bu sürüklenme hızı $v_d \sim 10^{-4}$ m/s mertebesinde.



→Elektronun, elektrik alanın varlığında kazandığı ivmeden dolayı, yörüngesi hafif bir kavis kazanmıştır. Sürüklenme hızından dolayı, net bir yer değiştirme vardır.

sürüklenme hızı $v_s \equiv v_d$

2. Akım Yoğunluğu

→ Yükün genel hareketi, bu hareketin ayrıntıları dikkate alınarak incelenir. Bu nedenle akım yoğunluğu tanımlanır.

Akım yoğunluğu; birim kesit alanına düşen akım demektir.

$$dq = qnAv_s dt, \quad I = \frac{dq}{dt}$$
$$\vec{J} = nq\vec{v}_s \quad J = \frac{I}{A}$$

Akım yoğunluğu

Birim hacimdeki parçacık sayısı

I	J
Skaler	Vektörel
Uzunlamasına bir nesnenin içindeki yük akışı?	Bir noktadaki yük akışı nasıl?
Bir devre için değeri sabit	Bir devrede J' nin değeri her yerde aynı olmayabilir.

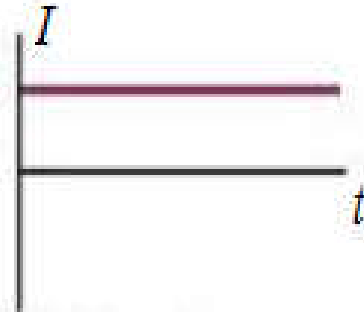


(+) yük için $\vec{J}$ ve $\vec{v}_s$ aynı yönlü

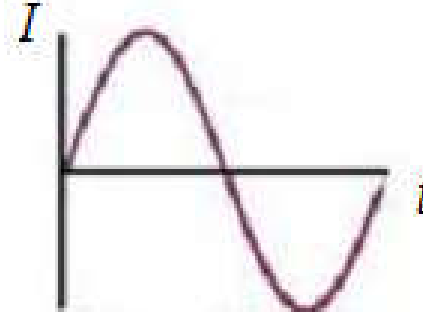
(-) yük için $\vec{J}$ ve $\vec{v}_s$ zıt yönlü

Doğru Akım (D.C.) ve Alternatif Akım (A.C)

Büyüklüğü ve yönü zamanla değişmeyen akıma doğru akım, büyüklüğü ve yönü zamanla değişen akıma alternatif akım denir.



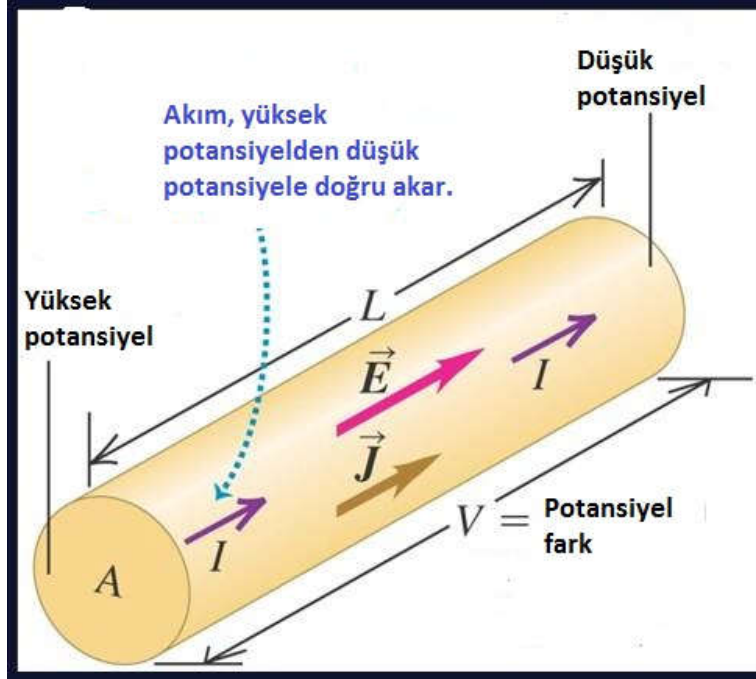
Doğru akım



Alternatif akım

3. Direnç ve Ohm Kanunu

➔ Yükün madde içinde ne kadar kolaylıkla hareket ettiğini, o maddenin **elektriksel direnci** belirler.



➤ Düzgün kesit alanına sahip bir iletkende, $\vec{J}$ her kesit alanında sabittir.

➤ İletkenin uçları arasına bir potansiyel fark uygulanırsa, iletken içinde bir $\vec{E}$ ve bir $\vec{J}$ oluşur. Potansiyel fark sabitse akım da sabit olacaktır.

➤ Bir çok maddede akım yoğunluğunun elektrik alana oranı sabittir. Buna **OHM KANUNU** denir. Orantı katsayısına da **iletkenlik katsayısı** denir.

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

Mikroskopik Ohm Yasası

İletkenlik katsayısı

4. Özdirenç

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

Özdirenç(ρ): [$\Omega \cdot m$]

- Özdirenç, maddenin cinsine ve sıcaklığa bağlı bir niceliktir.
- Mükemmel bir iletkenin özdirenci sıfır, mükemmel bir yalıtkanın özdirenci sonsuzdur.
- Yarıiletkenlerin özdirençleri iletkenler ve yalıtkanlar arasındadır. Bu maddelerin iletkenlikleri, sıcaklıklarındaki ve saflıklarındaki en küçük bir bozulmadan etkilendiklerinden dolayı oldukça önemlidirler.

Malzeme	Özdirenç ($\Omega \cdot m$)	Sıcaklık Katsayısı $\alpha [(^{\circ}C)^{-1}]$
Gümüş	$1,59 \times 10^{-8}$	$3,8 \times 10^{-3}$
Bakır	$1,7 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Altın	$2,44 \times 10^{-8}$	$3,4 \times 10^{-3}$
Alüminyum	$2,82 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Tungsten	$5,6 \times 10^{-8}$	$4,5 \times 10^{-3}$
Demir	10×10^{-8}	$5,0 \times 10^{-3}$
Platin	11×10^{-8}	$3,92 \times 10^{-3}$
Kurşun	22×10^{-8}	$3,9 \times 10^{-3}$
Nikrom ^b	$1,50 \times 10^{-6}$	$0,4 \times 10^{-3}$
Karbon	$3,5 \times 10^{-5}$	$-0,5 \times 10^{-3}$
Germanyum	0,46	-48×10^{-3}
Silisyum	640	-75×10^{-3}
Cam	$10^{10} - 10^{14}$	
Sert plastik	$\sim 10^{13}$	
Kükürt	10^{15}	
Kuarts (erimiş)	75×10^{16}	

- a) Tüm değerler $20^{\circ}C$ ' de dir.
- b) Nikel-krom alaşımı. Isıtma elemanlarında yaygın olarak kullanılır.

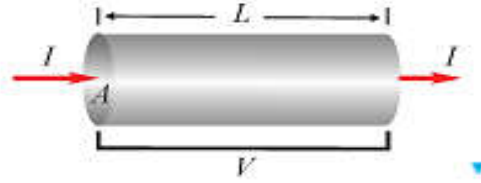
Tablo, Kaynak[3]' ten alınmıştır.

Bu kesim, Kaynak [2]'den alınmıştır.

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 $j = I/A$ tanımını kullanırsa:



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

Buradan Ohm yasasının makroskopik ifadesi elde edilir:

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

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

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

$$R = \frac{L}{\sigma A} = \rho \frac{L}{A} \quad \rightarrow \text{Direnç birimi Ohm } (\Omega) \text{ dur.}$$

George Simon Ohm (1789-1854),
Alman fizikçi ve matematikçi

5. Özdirenç ve Sıcaklık

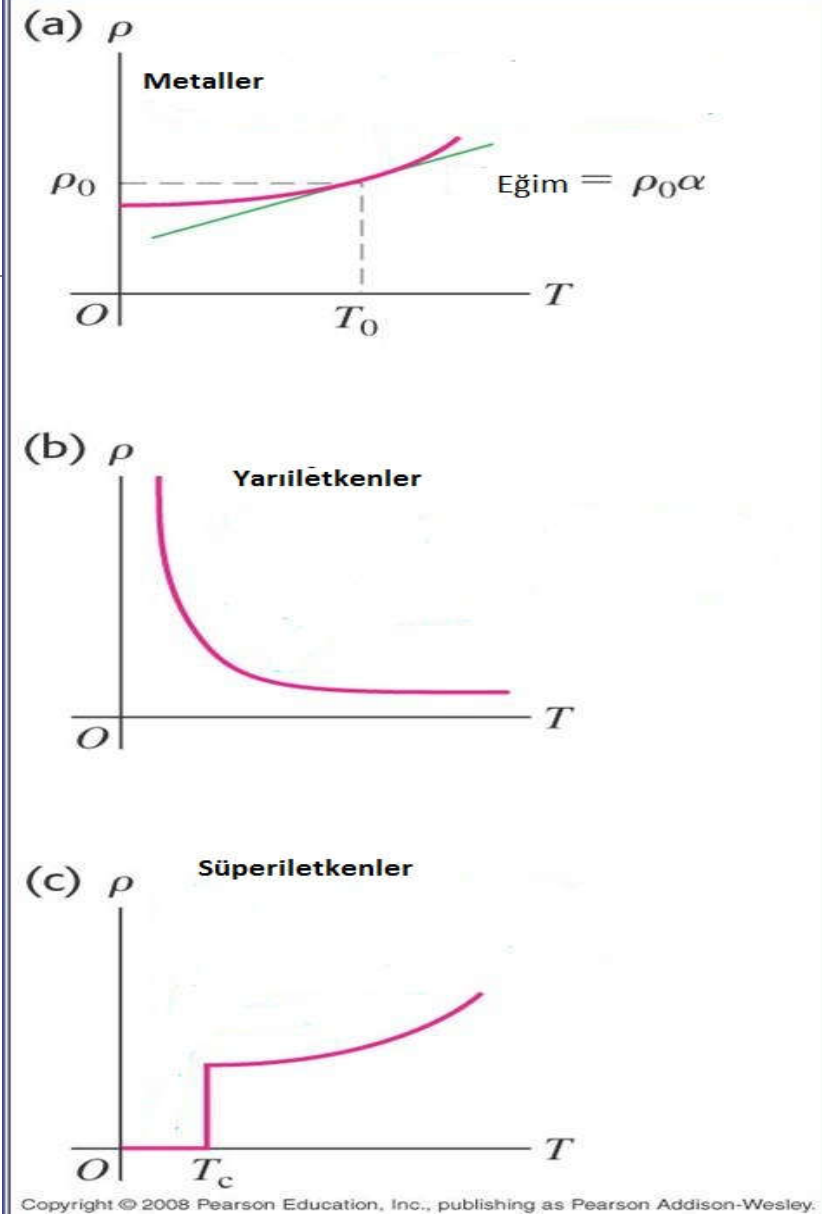
$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

T_0 'daki
özdirenç

Özdirencin
sıcaklık
katsayısı

R direncinin sıcaklığa bağımlı da aynı yapıda olur:

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



Metallerde: Sıcaklık arttıkça öz direnç artar. Sıcaklık arttıkça serbest elektronlar örgü iyonları ile daha çok çarpışır ve örgü iyonları daha çok titreşir. Böylece öz direnç artar.

Yarıiletkenlerde: Sıcaklık arttıkça yarıiletkenin daha çok elektronu serbest duruma geçer, yük taşıyıcıların yoğunluğu artar. Bu nedenle öz direnç azalır.

Süperiletkenlerde: Belli bir kritik sıcaklığın (T_c) altında öz direnç sıfır olur. T_c 'nin değeri kimyasal bileşime, moleküler yapıya ve basınca bağlıdır. Süperiletkenlerin önemli bir özelliği bunlara bir kez akım uyguladıktan sonra voltaja gerek kalmadan akımın devam edebilmesidir.

Kaynaklar

1. Aksi belirtilmedikçe tüm şekiller ; "Üniversite Fiziği Cilt-I ", H.D. Young ve R.A. Freedman, 12. Baskı, Pearson Education Yayıncılık 2009, Ankara
2. <http://www.seckin.com.tr/kitap/413951887> ("Üniversiteler için Fizik", B. Karaoğlu, Seçkin Yayıncılık, 2012).
3. *Fen ve Mühendislik için Fizik Cilt-II*, R.A. Serway ve R.J. Beichner, (Çeviri Editörü: Prof. Dr. Kemal Çolakoğlu), 5. Baskıdan çeviri, Palme Yayıncılık 2002, Ankara