

4 ELEKTRİK AKIMLARI

Elektik Akımı ve Akım Yoğunluğu

Elektrik yüklerinin akışına elektrik akımı denir. Yük topluluğu bir A alanı boyunca yüzeye dik olarak hareket etsin. Bu yüzeyden Δt zaman aralığında ΔQ yük miktarı geçerse, ortalama akım

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

Birimi Coulomb/s = Amper'dir. $\Delta t \rightarrow 0$ herhangi bir t anındaki anlık (ani) akım,

$$I_{\text{ani}} = \frac{dQ}{dt}$$

Elektik Akımı ve Akım Yoğunluğu

Bir iletkenin S yüzeyinden geçen toplam akım J akım yoğunluğu olmak üzere:

$$I = \int_S \vec{J} \cdot d\vec{s}$$

Akım yoğunluğunun birimi Amper/m^2 'dir. Her bir yük taşıyıcısının yükü " q ", " n " birim hacimde taşınan yük miktarı ise, bu kesitteki toplam yük miktarı

$$\Delta Q = q(n A \Delta x)$$

Elektik Akımı ve Akım Yoğunluğu

$$I_{\text{ort}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{(n A \Delta x)}{\Delta t} = qn A v_d$$

v_d bir dış elektrik alan uygulandığında, iletken içindeki yük taşıyıcılarının ortalama hızıdır.

$$J = \frac{I}{A} = \frac{qn A v_d}{A} = qn v_d$$

Pozitif yük taşıyıcıları için sürüklenme hızı ve akım yoğunluğu aynı yönlüdür, negatif yükler için ise zıt yönlüdür.

Elektik Akımı ve Akım Yoğunluğu

Elektronların sürüklenme hızı:

$$\vec{F} = -e\vec{E} = m_e \vec{a}$$

$$\langle \vec{v}_s \rangle - \langle \vec{v}_i \rangle = \vec{a} \langle t \rangle = -\frac{e\vec{E}}{m_e} \langle t \rangle$$

$$\langle \vec{v}_i \rangle = 0 \quad \text{ve} \quad \langle t \rangle = \tau \quad \Rightarrow \quad \langle \vec{v}_s \rangle = \vec{v}_d = -\frac{e\vec{E}}{m_e} \tau$$

Tüm zaman aralıkları üzerinden ortalama zaman ise

$$\vec{J} = -ne\vec{v}_d = -ne \left(-\frac{e\vec{E}}{m_e} \tau \right) = \frac{ne^2 \tau}{m_e} \vec{E}$$

Kararlı Durumlar ve Yükün Korunumu

Akım yoğunluğu vektörü, her yerde bir zaman sabiti gibi davranırsa, kararlı veya durgun akıma sahip sistemlerden bahsedebilir. Bu durumda keyfi bir hacim içerisine giren ve bu hacimden çıkan yük miktarı birbirine eşit olacağından, \vec{J} akım yoğunluğunun kapalı bir yüzey üzerinden integrali sıfır olacaktır. Yük miktarı zamanla değişmeyecektir.

$$\mathbf{I} = \oint \vec{J} \cdot d\vec{a} = \int_V \vec{\nabla} \cdot \vec{J} dV = 0 \Rightarrow \vec{\nabla} \cdot \vec{J} = 0$$

Kararlı Durumlar ve Yükün Korunumu

Bağıntıyı genelleylim. Akım kararlı olmasın, akım yoğunluğu hem zamanın hem konumun fonksiyonu olsun.

$\oint \vec{J} \cdot d\vec{a}$ kapalı hacimden çıkan anlık yük oranı

$\int_V \rho dV$ herhangi bir anda hacim içindeki toplam yük miktarı

$$I = \vec{J} \cdot d\vec{a} = \int_V \vec{\nabla} \cdot \vec{J} dV = -\frac{dq}{dt} = -\frac{d}{dt} \int_V \rho dV \Rightarrow \vec{\nabla} \cdot \vec{J} = -\frac{d\rho}{dt}$$

Yük zamana bağlı olarak tanımlanmış olur. Bu denklem yükün korunumunu verir ve süreklilik denklemi olarak adlandırılır.

Ohm Kanunu

Pek çok malzeme de akım yoğunluğu dış elektrik alana lineer olarak bağlıdır. Burada " σ " malzemenin elektriksel iletkenliğidir. Birimi $1/\Omega m$ 'dir. Bu denkleme mikroskobik Ohm kanunu denir. Bu bağıntıya uyan malzemelere ohmik, uymayan malzemelere ise ohmik olmayan malzeme denir.

$$\vec{J} = \frac{ne^2 \tau}{m_e} \vec{E} = \sigma \vec{E}$$

Ohm Kanunu

" l " boylu, A yüzey alanına sahip silindriksel bir tel parçası olsun. Telin iki ucu arasında potansiyel farkı uygulansın. Bu potansiyel farkı bir elektrik alan ve akım oluşturur.

$$\Delta V = E l \quad \text{ve} \quad J = \sigma E \Rightarrow J = \sigma \frac{\Delta V}{l} = \frac{I}{A}$$

$$\Delta V = \frac{l}{\sigma A} I \quad , \quad R = \frac{l}{\sigma A} \Rightarrow \Delta V = IR$$

Ohm Kanunu

İfade makroskobik Ohm kanunu olarak adlandırılır.

$$\Delta V = IR$$

R, iletkenin direncidir. Birimi Ohm'dur. Malzeme bu kanuna ohmik uymazsa ohmik olmayan dirence sahip demektir. Düşük dirence ve iyi iletkenliğe sahip pek çok malzeme ohmiktir. Elektriksel iletkenliğin tersi öz direnç olarak adlandırılır. Birimi Ωm 'dir.

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{m_e}{ne^2\tau} \Rightarrow R = \frac{\rho l}{A}$$

Ohm Kanunu

Malzemenin özdirenci genelde sıcaklığa bağılı olarak değişir. Metallerde sıcaklığa bağılılık büyük sıcaklık aralıklarında lineer davranış gösterir.

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

Burada " α " özdirencin sıcaklık katsayısıdır.

Elektriksel Enerji ve Güç

Bir pil ve dirençten oluşan bir devre olsun. U potansiyel enerji olmak üzere direnç boyunca enerji kayıp oranı:

$$P = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\Delta q \Delta V}{\Delta t} = I \Delta V$$

Bu ifade pilin gücüne eşittir

KAYNAKLAR

Bu ders notları aşağıda verilen kaynaklardan derlenmiştir. Detaylı bilgi için bu kaynaklara başvurulabilir.

- Elektrik ve Magnetizma - 2, Berkeley Fizik Dersleri Edward M. Purcell
- Elektromagnetik Teori / David J. Griffiths
- MIT "Physics 8.02 Electricity and Magnetism" ders notları

<http://web.mit.edu/viz/EM/visualizations/coursenotes/index.htm> (son eriřim tarihi:18 Kasım 2017)

- University of Colorado Boulder "PHYSICS 1120" Ders notları

https://www.colorado.edu/physics/phys1120/phys1120_sp08/notes/scan_table.html (son eriřim tarihi 18 Kasım 2017)

- Mühendislik Elektromanyetiđinin Temelleri David K. Cheng,
- Fen Bilimcileri ve Mühendisler için Fizik, D.G. Giancoli