

FİZ102 FİZİK-II

**Ankara Üniversitesi
Fen Fakültesi Fizik Bölümü
13. Hafta
Dönem Özeti**

Aysuhan OZANSOY

FİZ102 FİZİK II (ELEKTRİK ve MANYETİZMA)

Bölüm 1: Elektrik Yükü ve Coulomb Kanunu	<ul style="list-style-type: none"> Coulomb Kanunu vektörel formda → $\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$: İkinci yükün birinci yüke uyguladığı kuvvet. r_{12} : Birincinin ikinciye göre konumu Coulomb kuvveti büyüklük olarak; $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$ Yükler topluluğu için, (örneğin 1. yüke etkileyen net elektrostatik kuvvet) : $\sum \vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + \dots$ <p>(Aynı cins elektrik yüklerinin birbirini itmesi ve farklı cins elektrik yüklerinin birbirini çekmesi ilkesini kullanarak kuvvetlerin yönlerini belirleyiniz).</p> 	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$ <p>$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F / m}$: Boşluğun elektrik geçirgenliği</p> <ul style="list-style-type: none"> <u>e: Temel (elementer) yük:</u> elektronun ya da protonun yükünün büyüklüğü $ q_e = q_p = e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Bölüm-2: Elektrik Alan	<ul style="list-style-type: none"> Nokta yükün kendisinden r kadar uzakta oluşturacağı elektrik alan: $\vec{E} = k \frac{q}{r^2} \hat{r}$ <p>(Elektrik alanı hesaplamak istediğimiz noktada $+1$ br' lik yük var gibi düşünüp hesap yapıyoruz).</p> Kesikli yük sistemi için $\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i = k \sum_i \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i$ Elektrik dipol moment: $\vec{p} = q\vec{d}$ Elektrik dipolüne etkileyen tork $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ Elektrik dipolünün potansiyel enerjisi $U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Sürekli yük dağılımları için: $\vec{E} = \int d\vec{E} = k \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$ <p>(λ: çizgisel yük yoğunluğu, σ: yüzeysel yük yoğunluğu, ρ: hacimsel yük yoğunluğu)</p> $dq = \lambda dl \rightarrow \vec{E} = k \int \frac{\lambda dl}{r^2} \hat{r}$ $dq = \sigma dA \rightarrow \vec{E} = k \int \frac{\sigma dA}{r^2} \hat{r}$ $dq = \rho dV \rightarrow \vec{E} = k \int \frac{\rho dV}{r^2} \hat{r}$ Paralel plakalar arasında elektrik alanın büyüklüğü $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

Bölüm-3: Gauss Kanunu	<ul style="list-style-type: none"> Elektrik akısı $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A}$ (E düzgünse) Elektrik akısının en genel tanımı $\Phi_E = \int_{\text{yüzey}} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int_{\text{yüzey}} E \cos \theta dA$ Gauss Kanunu: Kapalı bir yüzeyden geçen elektrik akısı, yüzeyin içindeki net yük miktarı ile doğru orantılıdır. $\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{iç}}{\epsilon_0}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Elektrostatik dengedeki iletkenin içinde elektrik alan sıfırdır. İletkene eklenen fazladan yükler yüzeyde toplanır.
Bölüm-4 Elektriksel Potansiyel	<ul style="list-style-type: none"> Elektriksel kuvvetlerin yaptığı iş: $W_{a \rightarrow b} = \int_a^b \vec{F}_{elk} \cdot d\vec{l} = q_0 \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\Delta U = -(U_b - U_a)$ <p>(q_0 deneme yükü, $E=kq/r^2$)</p> $W_{a \rightarrow b} = -\Delta U = -(U_b - U_a) = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right)$ $W_{a \rightarrow b}^E = -W_{a \rightarrow b}^{dis} \quad (\Delta K = 0 \text{ ise})$ Referans seçimi; $r_a = \infty \Rightarrow U_a = 0, \quad r_b = r$ Elektriksel potansiyel enerji $U(r) = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r}$ Elektriksel potansiyel $V \equiv \frac{U}{q_0} \quad \Delta V = V_b - V_a = -\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$ $V_p = -\int_{\infty}^p \vec{E} \cdot d\vec{l}$ Eş potansiyel yüzeyler ve elektrik alan çizgileri her zaman birbirine diktir. \rightarrow eş potansiyel yüzey üzerinde hareket eden yük üzerine iş yapılmaz. 	<ul style="list-style-type: none"> Yükler topluluğunun elektriksel pot. enerjisi: $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j>i}^n \frac{q_i q_j}{r_{ij}}$ $U = \frac{1}{2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{q_i q_j}{r_{ij}}$ Nokta yük için elektriksel potansiyel: $V = \frac{kq}{r}$ $V = k \sum_i \frac{q_i}{r_i}$ Sürekli yük dağılımları için elektriksel potansiyel: $V = k \int \frac{dq}{r}$

Bölüm-5: Sığa ve Dielektrikler	<ul style="list-style-type: none"> Sığanın en genel tanımı $C \equiv \frac{Q}{\Delta V} \quad (Q \text{ ve } \Delta V' \text{ nin büyüklüğü alınır.})$ Paralele plakalı kondansatörün sığası: $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ Küresel kondansatörün sığası: $C = 4\pi\epsilon_0 \frac{r_a r_b}{(r_b - r_a)}$ Silindirik kondansatörün sığası: $C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{[\ln(r_b) - \ln(r_a)]}$ Kondansatör plakaları arasına dielektrik malzeme konulduğunda; $C = \kappa C_0 \quad (\kappa: \text{Dielektrik çarpanı})$ $\epsilon = \kappa\epsilon_0 \quad (\epsilon: \text{Dielektrik malzemenin geçirgenliği})$ Dielektrik malzeme koymak sığayı artırır: <p>(Yük sbt) $Q = Q_0 \Rightarrow V = \frac{V_0}{\kappa}, \quad C = \kappa C_0$</p> <p>(Voltaj sbt) $V = V_0 \Rightarrow Q = \kappa Q_0, \quad C = \kappa C_0$</p> Net elektrik alan ve indüklenen yüzey yüklerinin hesabı: $\vec{E} = \frac{\vec{E}_0}{\kappa}, \quad E = E_0 - E_i$ $\frac{\sigma}{\kappa\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} - \frac{\sigma_i}{\epsilon_0} \Rightarrow \sigma_i = \sigma(1 - \frac{1}{\kappa})$ 	<ul style="list-style-type: none"> Seri bağlı kondansatörler için: $\frac{1}{C_{eş}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$ $V = V_1 + V_2 + \dots$ $Q = Q_1 = Q_2 = \dots$ Paralel bağlı kondansatörler için $C_{eş} = C_1 + C_2 + \dots$ $V = V_1 = V_2 = \dots$ $Q = Q_1 + Q_2 = \dots$ Kondansatörde depolanan enerji $U = \frac{1}{2C} Q^2, \quad U = \frac{1}{2} CV^2,$ $U = \frac{1}{2} QV$ Enerji yoğunluğu (V hacim olmak üzere) $u \equiv \frac{U}{V} \Rightarrow u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$
Bölüm 6: Akım ve Direnç	<ul style="list-style-type: none"> Ortalama ve ani akım $I_{ort} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad I \equiv I_{ani}$ $I \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$ Akım yoğunluğu $\vec{J} = \frac{I}{A} = nq\vec{v}_s \quad (v_s: \text{sürüklenme hızı, } n \text{ birim hacimdeki parçacık sayısı})$ Ohm Kanunu $\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (\sigma: \text{iletkenlik katsayısı})$ $V = IR$ 	<ul style="list-style-type: none"> Özdirenç $\rho \equiv \frac{1}{\sigma}$ Direnç ve özdirenç arasındaki ilişki $R = \frac{l}{\sigma A} = \rho \frac{l}{A}$ Özdirençin sıcaklıkla değişimi $\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$

	<ul style="list-style-type: none"> • İç direnci r olan bir ε emk kaynağı ve buna bağlı bir R direncinden oluşan devre için; $\varepsilon - Ir - IR = 0 \rightarrow I = \varepsilon / (R+r)$ $\varepsilon - Ir = V_{uç}$ (Emk kaynağının uç (terminal) voltajı) 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrik devrelerinde güç $P = VI$ $P = I^2 R = V^2 / R$ Dirençte harcanan (ısıya dönüşen) güç $P = \varepsilon I - I^2 r$ (Kaynaktan güç çıkışı) $P = \varepsilon I + I^2 r$ (Kaynağa güç girişi)
Bölüm 7: Doğru Akım Devreleri	<ul style="list-style-type: none"> • Seri bağlı dirençler için: $I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$ $V = V_1 + V_2 + V_3 = \dots$ $R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 = \dots$ • Paralel bağlı dirençler için: $V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$ $I = I_1 + I_2 + I_3 = \dots$ $1/R_{eş} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 = \dots$ • RC devrelerinde kondansatörün yükü ve devreden geçen akım $Q = C\varepsilon(1 - e^{-t/RC})$, $Q_f = C\varepsilon$ $I = \frac{dQ}{dt} = \frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC} = I_0 e^{-t/RC}$ 	<p>Kirchhoff Kuralları:</p> <p>1. Bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı çıkanların toplamına eşittir.</p> $\sum I_{gelen} = \sum I_{çıkan}$ <p>2. Kapalı bir ilmek boyunca tüm potansiyel farkların toplamı sıfırdır.</p> $\sum V = 0$
Bölüm 8: Manyetik Alan	<ul style="list-style-type: none"> • Nokta yüke etkiyen manyetik kuvvet $\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$ (! Sapma, etkiyen kuvvetle orantılı) • Manyetik alana dik olarak atılan parçacık için yörünge yarıçapı r $\vec{F}_B = \vec{F}_r \Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{qB}$ • Akım geçiren tele etkiyen manyetik kuvvet $d\vec{F}_B = Id\vec{l} \times \vec{B}$ $\vec{F}_B = \int d\vec{F}_B$ <i>(dl sonsuz küçük tel parçası ve yönü akım yönünde)</i> $\vec{F}_B = I\vec{L} \times \vec{B}$ (Tel düz ise) 	<ul style="list-style-type: none"> • Manyetik dipol moment $\vec{\mu} = I\vec{A}$ $\vec{\mu} = NI\vec{A}$ (N sarım varsa) • Manyetik dipole (akım halkasına) etkiyen tork $\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$ • Manyetik dipolün potansiyel enerjisi $U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$

<p style="text-align: center;">Bölüm 9: Manyetik Alan Kaynakları</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Üzerinden I akımı geçen telin, sonsuz küçük dl parçasının kendisinden r kadar uzakta oluşturduğu manyetik alan <p>Biot-Savart Yasası: $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r^2} d\vec{l} \times \hat{r}$</p> $\vec{B} = \int_{\text{Tüm iletken}} d\vec{B}$ <p>(Manyetik alanın yönünü $d\vec{l} \times \hat{r}$ vektörel çarpımı belirler)</p> <p>$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A : Boşluğun manyetik geçirgenliği</p> <ul style="list-style-type: none"> • Doğrusal telin manyetik alanı $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$ <p>(a, telin orta noktasından alanı hesaplayacağımız noktaya dik uzaklık)</p> <p>Sonsuz tel için:</p> $\theta_1 = 0^\circ \text{ ve } \theta_2 = 180^\circ \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ <ul style="list-style-type: none"> • Akım geçiren paralel teller arasındaki kuvvet: $F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2 L}{d}$ <p>(d, teller arasındaki uzaklık)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manyetik Akı $\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int B \cos \theta dA$ <ul style="list-style-type: none"> • $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$ (Kapalı bir yüzeyden geçen net manyetik akı sıfırdır \rightarrow manyetik tek yük yok) 	<ul style="list-style-type: none"> • Çembersel akım ilmeğinin düzlemine dik bir eksen üzerinde x uzaklığında oluşturduğu manyetik alan $B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$ $B = \frac{\mu_0 I}{2R} \text{ (Merkezde)}$ <ul style="list-style-type: none"> • Ampere Yasası: Akım geçiren bir telin manyetik alanının telin çevrelediği kapalı bir yol (eğri) boyunca çizgi integrali eğri içinde kalan net akımla ilgilidir. $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{iç}$ <ul style="list-style-type: none"> • Bobinin manyetik alanı $B = \mu_0 I n \text{ (} n = N/L \text{ : birim uzunluk başına sarım sayısı)}$
<p style="text-align: center;">Bölüm 10: Faraday Yasası</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Faraday Yasası: Bir iletkenle çevrelenmiş bir yüzeyden geçen manyetik akının zamanla değişimi bir indüksiyon emk'sı oluşturur. $\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$ <p>(-) işaretinin anlamı Lenz Yasası ile verilir. Çerçeve de bir indüksiyon akımı (I_{ind}) oluşur. Bu I_{ind} bir manyetik alan oluşturur (B_{ind}). B_{ind} kendini oluşturan etkiye karşı koyacak yönde oluşur.</p>	<p>Lenz Yasası: İndüksiyon akımının yönü kendisini oluşturan etkiye karşı koyacak yönde oluşur.</p>