

Ders Hakkında

Fizik-II Elektrik ve Manyetizma Dersinin Amacı

Bu dersin amacı, fen ve mühendislik öğrencilerine elektrik ve manyetizmanın temel kanunlarını lisans düzeyinde öğretmektir.

Dersin İçeriği

Hafta	Konu
1. Hafta	Elektrik Yükü ve Elektrik Alan (<u>Ön Çalışma: Dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
2. Hafta	Gauss Yasası-1 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
3. Hafta	Gauss Yasası-2 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
4. Hafta	Elektriksel Potansiyel (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
5. Hafta	Sığa ve Dielektrikler (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
6. Hafta	Akım, Direnç ve Elektromotor Kuvvet (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
7. Hafta	Doğru Akım Devreleri-1 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
8. Hafta	Doğru Akım Devreleri-2 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
9. Hafta	Vize Sınavı (<u>Ön Çalışma: Önceki haftaların konularını gözden geçirip Vize Sınavına hazırlanınız.</u>)
10. Hafta	Manyetik Alanlar (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
11. Hafta	Manyetik Alan Kaynakları-1 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
12. Hafta	Manyetik Alan Kaynakları-2 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
13. Hafta	Faraday Yasası (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
14. Hafta	İndüktans (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)

Ders Hakkında

Fizik-II Elektrik ve Manyetizma Dersinin Amacı

Bu dersin amacı, fen ve mühendislik öğrencilerine elektrik ve manyetizmanın temel kanunlarını lisans düzeyinde öğretmektir.

Değerlendirme

Ara sınav: % 40

Final sınavı: % 60

Kaynaklar

1. Fen ve Mühendislik için FİZİK-1 (Mekanik) Yazarlar: R. A. Serway ve R. J. Beichner, (ÇE: K. Çolakoğlu), Palme Yayıncılık
2. Fiziğin Temelleri (Mekanik) Yazarlar: D. Halliday, R. Resnick (Çeviren: C. Yalçın), Arkadaş Yayıncılık

3 Elektriksel Potansiyel

3.1 Elektriksel Potansiyel ve Potansiyel Farkı

3.2 Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları

3.3 Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji

3.4 Elektrostatik Dengedeki İletkenler

3.5 Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel

3.6 Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli

Elektrik yüklü bir çubuk çevresindeki elektrik alan, vektörel bir büyüklük olan alan vektörü \mathbf{E} ile olduğu gibi, skaler büyüklük olan elektriksel potansiyel V ile de belirlenir.

3.1 Elektriksel Potansiyel ve Potansiyel Farkı

Yüklü cisimlerin oluşturduğu bir \mathbf{E} alanı içine bir q_0 deneme yükünün konulduğunu varsayalım. Bu deneme yüküne etki eden elektrik kuvveti $q_0\mathbf{E}$ olur. Bu kuvvet korunumlu kuvvettir. Bazı dış etkenle denem yükü elektrik alan içinde hareket ettirilirse, yük üzerine alan tarafından yapılan iş yer değiştirmeye sebep olan dış etken tarafından yapılan işin eksisine eşittir. Alan tarafından iş yapılırken yük alan sisteminin potansiyel enerjisi $dU=-q_0\mathbf{E}\cdot d\mathbf{s}$ kadar azalır. Deneme yükünün A ve B noktaları arasındaki sonlu yer değiştirmesi durumunda:

$$\Delta U = U_B - U_A = -q_0 \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s}$$

Bu çizgisel integral A ve B noktaları arasında alınan yola bağlı değildir. Birim yük başına U/q_0 potansiyel enerjisi, q_0 'ın değerinden bağımsızdır ve elektrik alan içinde tek değere sahiptir. Buna elektrik potansiyel V kısaca potansiyel denir. Yani: $V=U/q_0$ olduğuna göre:

$$\Delta V = V_B - V_A \quad \Delta V \equiv \frac{\Delta U}{q_0} = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s}$$

3.1 Elektriksel Potansiyel ve Potansiyel Farkı

Bir elektrik alan içindeki keyfi bir noktadaki elektriksel potansiyel artı denem yükünün sonsuzdan bu noktaya getirmek için birim yük başına yapılan işe eşittir. $A=\infty$, $B=P$.

$$V_P = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s}$$

$$W = q \Delta V$$

$$1 \text{ V} \equiv 1 \frac{\text{J}}{\text{C}}$$

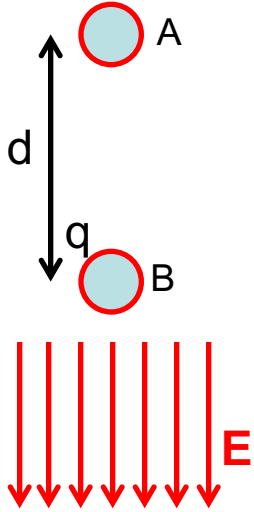
$$1 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 1 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

Atom fiziğinde enerji birimi olarak eV kullanılır. Yani, 1 V'daki potansiyel farkı boyunca hareket eden 1 elektronun kazandığı veya kaybettiği enerjidir.

$$1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C} \cdot \text{V} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

3.2 Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları

Aralarında d uzaklığı olan A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkını hesaplayalım.



$$V_B - V_A = \Delta V = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = - \int_A^B (E \cos 0^\circ) ds = - \int_A^B E ds$$

$$\Delta V = -E \int_A^B ds = -Ed$$

Buradaki eksi işareti, B noktasının A noktasından daha düşük potansiyelde olmasından kaynaklanır, yani $V_B < V_A$ 'dır. O halde şekilden de görüleceği gibi, elektrik alan çizgileri daima elektriksel potansiyelin azalan doğrultusunu gösterir.

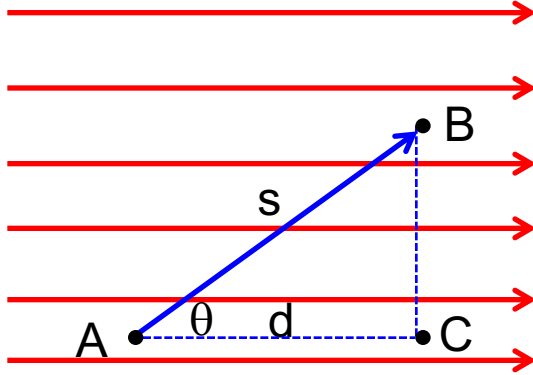
Potansiyel enerjideki değişim:

$$\Delta U = q_0 \Delta V = -q_0 Ed$$

Bu sonuçtan görüldüğü gibi, q_0 artı ise, ΔU eksidir. Yani, bir artı yük elektrik alan doğrultusunda hareket ederse, elektriksel potansiyel enerji kaybeder. Eksi yük için bu terstir.

Yüklü parçacık kazandığı kinetik enerjiye eşit miktarda potansiyel enerji kaybeder.

3.2 Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları



$$\Delta V = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = - \mathbf{E} \cdot \int_A^B d\mathbf{s} = - \mathbf{E} \cdot \mathbf{s}$$

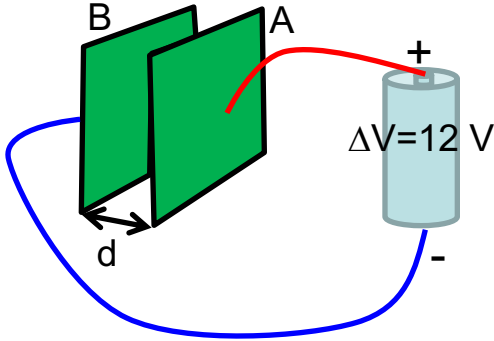
$$\Delta U = q_0 \Delta V = - q_0 \mathbf{E} \cdot \mathbf{s}$$

Buradan kolayca görüleceği gibi, $V_B - V_A = V_C - V_A$ 'dır.

Aynı potansiyele sahip olan noktaların sürekli dağılımının oluşturduğu herhangi bir yüzeye eş potansiyel yüzey denir..

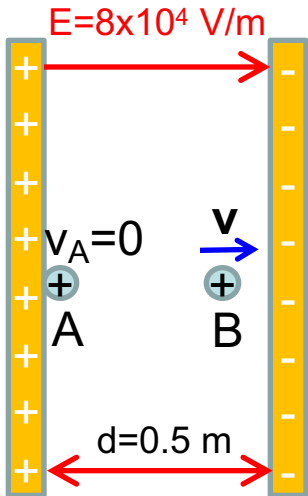
3.2 Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları

Örnek 3.1 Zıt Yüklü İki Paralel Levha Arasındaki Elektrik Alanı Hesabı



$$E = \frac{|V_B - V_A|}{d} = \frac{12 \text{ V}}{0.30 \times 10^{-2} \text{ m}} = 4.0 \times 10^3 \text{ V/m}$$

Örnek 3.2 Bir Protonun Düzgün Bir Elektrik Alan İçindeki Hareketinin İncelenmesi



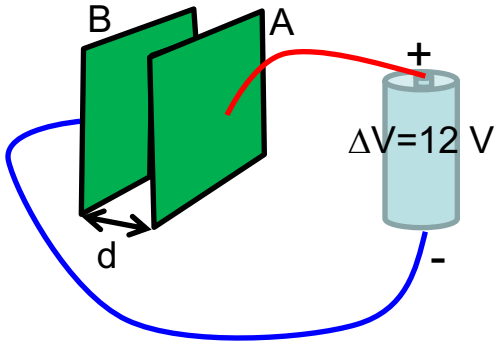
(A) $\Delta V = -Ed = -(8.0 \times 10^4 \text{ V/m})(0.50 \text{ m}) = -4.0 \times 10^4 \text{ V}$

(B) $\Delta U = q_0 \Delta V = e \Delta V$
 $= (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(-4.0 \times 10^4 \text{ V})$
 $= -6.4 \times 10^{-15} \text{ J}$

Protonun B notasındaki hızı nedir?

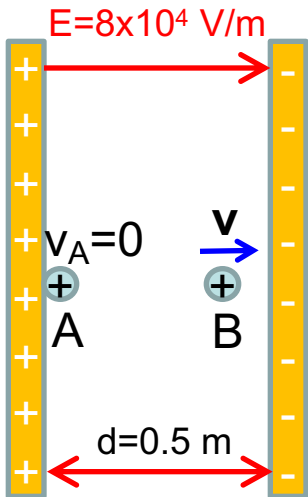
3.2 Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları

Örnek 25.1 Zıt Yüklü İki Paralel Levha Arasındaki Elektrik Alanı



$$E = \frac{|V_B - V_A|}{d} = \frac{12 \text{ V}}{0.30 \times 10^{-2} \text{ m}} = 4.0 \times 10^3 \text{ V/m}$$

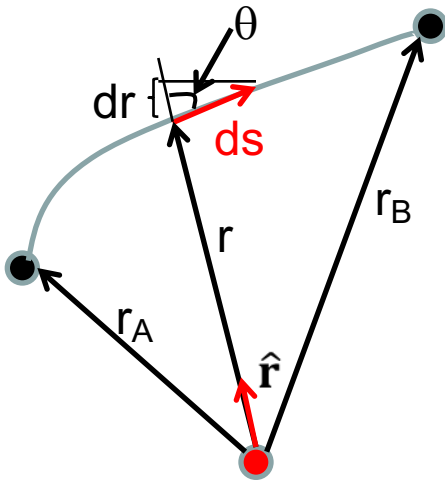
Örnek 25.2 Bir Protonun Düzgün Bir Elektrik Alan İçindeki Hareketi



$$\begin{aligned}\Delta K + \Delta U &= 0 \\ \left(\frac{1}{2}mv^2 - 0\right) + e \Delta V &= 0 \\ v &= \sqrt{\frac{-(2e \Delta V)}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{-2(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(-4.0 \times 10^4 \text{ V})}{1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}}} \\ &= 2.8 \times 10^6 \text{ m/s}\end{aligned}$$

3.3 Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji

Yalıtılmış bir q noktasal yükü ele alalım. Yükten r kadar uzaklıkdaki noktanın elektriksel potansiyelini bulmaya çalışalım.



$$V_B - V_A = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} \quad \mathbf{E} = k_e q \hat{\mathbf{r}} / r^2$$

$$\mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = k_e \frac{q}{r^2} \hat{\mathbf{r}} \cdot d\mathbf{s} \quad \hat{\mathbf{r}} \cdot d\mathbf{s} = ds \cos \theta,$$

$$\mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = (k_e q / r^2) dr;$$

$$V_B - V_A = -k_e q \int_{r_A}^{r_B} \frac{dr}{r^2} = \left. \frac{k_e q}{r} \right]_{r_A}^{r_B}$$

$$V_B - V_A = k_e q \left[\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right]$$

Bir nokta yükün r kadar uzaklıkta oluşturduğu potansiyel:

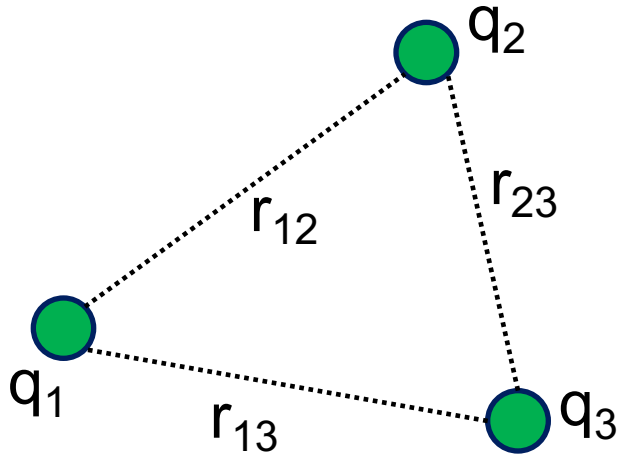
$$r_A = \infty \quad V = 0 \quad V = k_e \frac{q}{r}$$

3.3 Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji

Birden çok nokta yük var ise elektriksel potansiyel:

$$V = k_e \sum_i \frac{q_i}{r_i}$$

İki yüklü parçacık sisteminin potansiyel enerjisini bulalım. Bir P noktasında q_1 yükü nedeniyle oluşan potansiyel V_1 olsun. q_2 yükünü sonsuzdan bu P noktasına getirmek için yapılan iş $q_2 V_1$ olur. İki yükün potansiyel enerjisi şu şekilde hesaplanır.



$$U = k_e \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

$$U = k_e \left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \right)$$

3.4 Elektrik Alan Değerinin Elektriksel Potansiyelden Elde Edilmesi

Aralarında ds uzaklığı olan iki nokta arasındaki dV potansiyel farkı:

$$dV = -\mathbf{E} \cdot d\mathbf{s}$$

Elektrik alan sadece x yönünden bileşene sahipse:

$$\mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = E_x dx$$

$$\mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = E_r dr,$$

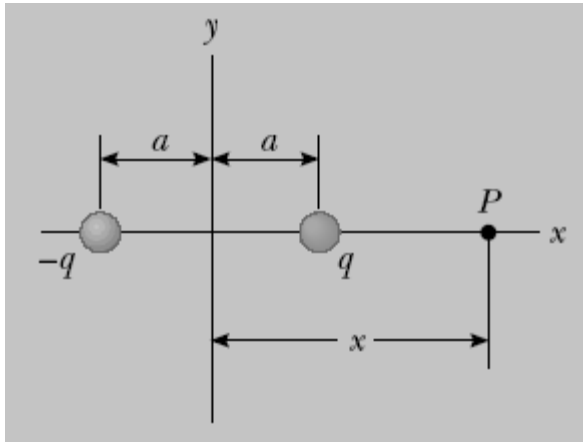
$$dV = -E_x dx, \quad E_x = -\frac{dV}{dx} \quad dV = -E_r dr.$$

$$E_r = -\frac{dV}{dr} \quad E_r = k_e q/r^2,$$

Elektrik alana dik doğrultudaki herhangi bir yer değiştirmede elektriksel potansiyel değişmemektedir. O halde, eşpotansiyel yüzeyler \mathbf{E} elektrik alanına diktir.

3.4 Elektrik Alan Değerinin Elektriksel Potansiyelden Elde Edilmesi

Örnek: Bir Dipolün Elektriksel Potansiyeli



$$V = k_e \sum \frac{q_i}{r_i} = k_e \left(\frac{q}{x-a} - \frac{q}{x+a} \right) = \frac{2k_e qa}{x^2 - a^2}$$

$$x \gg a$$

$$V \approx \frac{2k_e qa}{x^2}$$

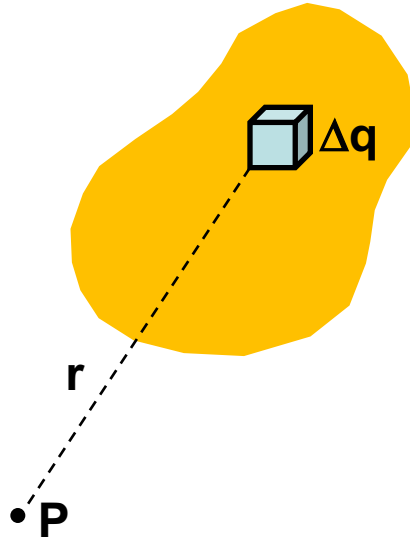
$$E_x = -\frac{dV}{dx} = \frac{4k_e qa}{x^3} \quad (x \gg a)$$

$$V = k_e \sum \frac{q_i}{r_i} = k_e \left(\frac{q}{a-x} - \frac{q}{a+x} \right) = \frac{2k_e qx}{a^2 - x^2}$$

$$E_x = -\frac{dV}{dx} = -\frac{d}{dx} \left(\frac{2k_e qx}{a^2 - x^2} \right) = -2k_e q \left(\frac{a^2 + x^2}{(a^2 - x^2)^2} \right)$$

$$x = 0, \quad V = 0, \quad E_x = -2k_e q/a^2.$$

3.5 Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel



$$dV = k_e \frac{dq}{r}$$

$$V = k_e \int \frac{dq}{r}$$

3.5 Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel

Örnek: Düzgün Olarak Yüklenmiş Bir Halkanın Potansiyeli

$$V = k_e \int \frac{dq}{r} = k_e \int \frac{dq}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

$$V = \frac{k_e}{\sqrt{x^2 + a^2}} \int dq = \frac{k_e Q}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

$$E_x = -\frac{dV}{dx} \quad E_x = \frac{k_e Q x}{(x^2 + a^2)^{3/2}}$$

3.6 Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli

Önceki bölümde, denge durumundaki katı bir iletken net bir yük taşıdığı zaman yükün iletkenin daima dış yüzünde toplandığını bulmuştuk. Ayrıca, denge durumundaki bir iletkenin yüzeyinin hemen dışında elektrik alanının yüzeye dik ve iletkenin içinde sıfır olduğunu gösterdik.

Denge durumundaki yüklü bir iletkenin yüzeyi üzerindeki her bir noktanın aynı potansiyelde olduğunu gösterelim.

$$\mathbf{E} \perp d\mathbf{s}$$

$$\mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = 0.$$

$$V_B - V_A = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = 0$$

3.6 Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli

Denge durumundaki herhangi bir yüklü iletkenin yüzeyi, eşpotansiyel yüzeyidir. Ayrıca, iletkenin içindeki elektrik alan sıfır olduğundan iletkenin içindeki her yerde $E_r = -dV/dr$ bağıntısından potansiyelin sabit ve yüzeydeki değere eşit olduğu sonucuna varılır.

