

FİZİK II – Deney 1

Deney Adı: Elektrik Alan Çizgileri

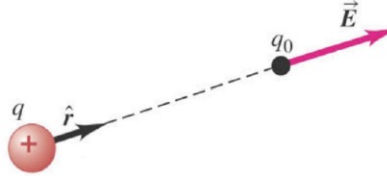
Deneyin Amacı: Eş potansiyel yüzeyleri araştırmak ve bunları kullanarak elektrik alan çizgilerinin haritasını çıkartmak.

1. KURAMSAL/KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Elektrik Alan Çizgileri

Aynı tür elektrik yükleri arasında bir itme, farklı tür elektrik yükleri arasında ise bir çekme kuvveti oluşur. Elektrik yükleri arasında doğan bu kuvvete elektrostatik kuvvet denir. Herhangi bir yük yakınındaki diğer $+q_0$ yüküne bir kuvvet uygular. Elektrik alan (\vec{E}), pozitif birim yüke ($+q_0$) etkileyen elektrostatik kuvvet olarak tanımlanır;

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (1.1)$$



Şekil 1.1. Elektrik alana yerleştirilen deneme yükünün elektrik alanı.

Pozitif noktasal bir yükün oluşturduğu elektrik alanın yönü Şekil 1.1’ de gösterilmiştir. Elektrik alanın birimi, coulomb başına 1 newton’ dur (N/C). Noktasal bir yük olan q’ dan r uzaklığında elektrik alan;

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kq_0q/r^2}{q_0} = k \frac{q}{r^2} \quad (1.2)$$

ile hesaplanır. Burada k Coulomb sabiti olup, değeri $8,99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ’ dir. Coulomb sabiti boş uzayın elektriksel geçirgenliği ile ilişkidir.

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad (1.3)$$

Burada, ϵ_0 ($8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{m}^2/\text{N}$) boşluğun elektriksel geçirgenliğidir. Böylece elektrik alan;

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \quad (1.4)$$

şeklinde yeniden yazılır. Elektrik alanın $+q_0$ deneme yükünden bağımsız olup, sadece q yüküne bağlı olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Vektörel bir büyüklük olan elektrik alanın yönü, alana yerleştirilen pozitif deneme yüküne etki eden kuvvet ile aynı yöndedir. Eğer q negatif ise kuvvet ile elektrik alan zıt yönde olur ($\vec{F} = q\vec{E}$). Öte yandan birden fazla yükün bir noktada oluşturduğu elektrik alan her bir yükün o noktada oluşturacağı elektrik alanların vektörel toplamıyla bulunur.

Elektrik alan desenlerini gözönünde canlandırmanın uygun bir yolu, doğrultusu her noktada elektrik alan vektörü ile aynı olan çizgiler çizmektir. Elektrik alan çizgileri denilen bu çizgiler ile elektrik alan arasındaki ilişki şu şekildedir:

- a) Elektrik alan elektrik alan çizgilerinin sık olduğu yerde büyük, seyrek olduğu yerde küçüktür.
- b) Elektrik alan elektrik alan çizgilerinin paralel olduğu yerde düzgündür.
- c) Bir noktadaki elektrik alanın yönü o noktadaki elektrik alan çizgisine teğet bir doğrultuya sahiptir.

Elektrik alan çizgilerinin çizim kuralları ise şu şekildedir:

- a) Alan çizgileri bir pozitif yükten çıkıp bir negatif yükte son bulmalıdır.
- b) Bir pozitif yükten ayrılan veya bir negatif yüke ulaşan alan çizgilerinin sayısı yük miktarı ile orantılıdır.
- c) İki alan çizgisi birbirini kesemez.

1.2. Elektrik Potansiyel ve Potansiyel Fark

Bir yük dağılımının etkileri elektrik alan veya elektriksel potansiyel cinsinden tanımlanabilir. Elektriksel potansiyel elektrik alanın skaler bir karakteristiğidir ve elektrik alana göre daha kullanışlıdır. Birim yük başına düşen kuvvet olarak tanımlanan elektrik alana benzer şekilde, elektriksel potansiyel (V) birim yük başına düşen elektriksel potansiyel enerji (U) olarak tanımlanır. Elektrik alan içindeki pozitif deneme yükü q , a noktasında U_a elektriksel potansiyel enerjisine sahiptir. Bu noktadaki elektriksel potansiyel;

$$V_a = \frac{U_a}{q} \quad (1.5)$$

ile hesaplanır (noktasal bir yükün kendinden r uzaklığındaki bir noktada oluşturacağı elektriksel potansiyelin büyüklüğü $V = k \frac{q}{r}$ ile, noktasal yükler sisteminin bir noktada oluşturacağı toplam elektriksel potansiyel ise $V = k \sum_i \frac{q_i}{r_i}$ ile ifade edilir).

Bu nedenle, a ve b noktaları arasındaki potansiyel fark (V_{ba})

$$V_{ba} = V_b - V_a = \frac{U_b - U_a}{q} \quad (1.6)$$

olarak verilir.

Bir noktasal yük bir a noktasından bir b noktasına hareket ettiğinde, elektriksel potansiyel enerjideki değişim ($U_b - U_a$), elektriksel kuvvet tarafından yapılan işin negatifi olarak tanımlanır. Elektriksel potansiyel ve potansiyel farkın birimi, sırasıyla J/C ve volt (V) olarak verilir ($1V = 1 J/C$). Bu durumda potansiyel fark;

$$V_{ba} = -\frac{W_{ab}}{q} \quad (1.7)$$

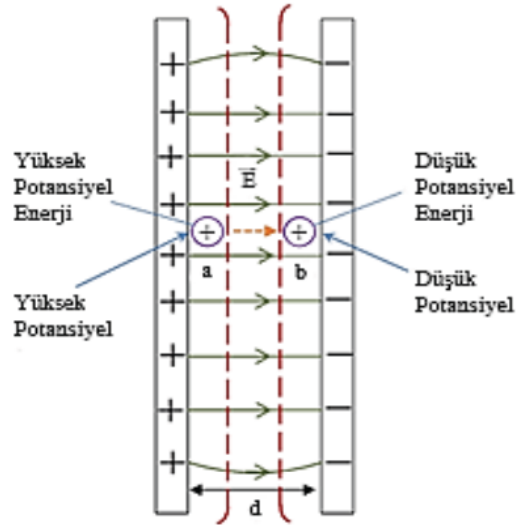
olur. Örneğin, Şekil 1.2'deki gibi eşit ve zıt yüklü paralel levhalar arasında a noktasındaki q yükü serbest bırakılırsa, elektriksel kuvvet yük üzerinde iş yapacak ve yükü negatif levhaya doğru hızlandıracaktır (düzgün bir elektrik alanında iki nokta arasındaki potansiyel fark; $\Delta V = Ed$).

Yapılan iş;

$$W = Fd = qEd = q\Delta V \quad (1.8)$$

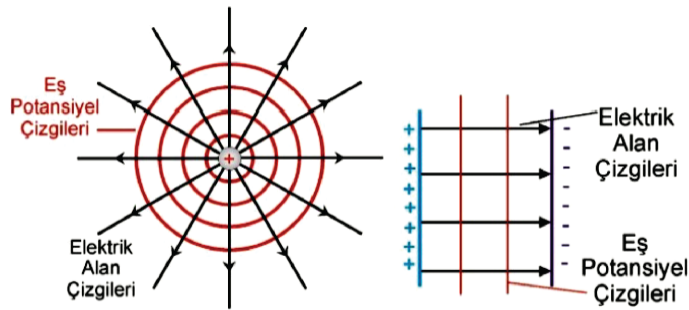
olduğundan, elektriksel potansiyel enerjideki değişim yapılan işin negatifine eşit olur;

$$U_b - U_a = -W = -qEd \quad (1.9)$$



Şekil 1.2. Pozitif deneme yükünün zıt yüklü paralel levhalar arasındaki hareketi.

Şekil 1.2' de görüldüğü gibi potansiyel enerji azalır ve yüklü parçacık a noktasından b noktasına hızlandığı için parçacığın kinetik enerjisi artar. Zıt yüklü paralel levhalar arasındaki kesikli çizgilerle gösterilen eş potansiyel çizgileridir. Bunlar elektrik alan çizgilerine diktir.



Şekil 1.3. Elektrik alan ve eş potansiyel çizgileri.

Eş potansiyel yüzeyler elektrik alan çizgilerine dik olacağı için noktasal yük çevresinde küresel şekilde olacaktır (Şekil 1.3). En yüksek potansiyelli eş potansiyel yüzey pozitif yüke en yakın olandır. Eş potansiyel çizgi üzerinde bulunan tüm noktalar aynı potansiyele sahip olduğundan bir yükü eş potansiyel çizgi üzerinde iki nokta arasında hareket ettirmek için gereken iş sıfır olacaktır. Bu durum, verilen bir yük dağılımının eş potansiyel çizgilerinin elektrik alan çizgilerine dik olacağı anlamına gelir.

2. TEMEL KAVRAMLAR VE TANIMLAR

Elektriksel kuvvet, elektrik alan, elektrik alan çizgisi, elektriksel potansiyel, potansiyel fark, eş potansiyel yüzey

3. SANAL LABORATUVAR UYGULAMASI

a. Deneyin Amacı: Eş potansiyel yüzeyleri araştırmak ve bunları kullanarak elektrik alan çizgilerinin haritasını oluşturmak.

Deney için Gerekli Alet ve Ekipmanlar: Güç kaynağı, voltmetre, bağlantı kablosu, iletken deney kâğıdı, mantar yüzey, raptiye, noktasal yük, santimetrik kâğıt, metal levha, kalem, silgi, cetvel.

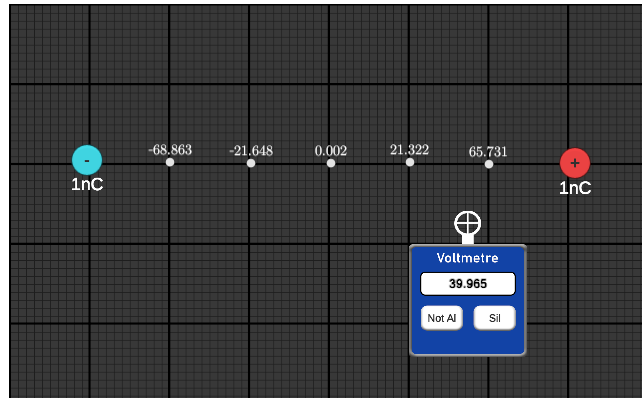
b. Deneyin Aşamaları/Adımları:

I. Aşama:

- 1) İletken deney kâğıdını her köşesinden mantar yüzeye raptiye ile tutturun.
- 2) İki zıt noktasal yük ele alarak, x-ekseni boyunca aralarında belli bir uzaklık olacak şekilde (en az 60 cm önerilir) yerleştirin.

Not: Noktasal yükler belirli sığa değerlerine sahip elektrotların güç kaynağına bağlanması ile sistem tarafından oluşturulmaktadır.

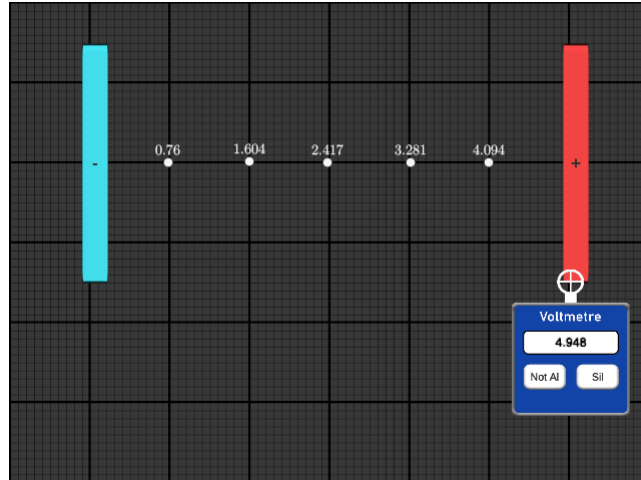
- 3) Zıt iki yük arasındaki orta noktayı (orijin) belirleyin. Voltmetre kullanarak bu noktayı işaretleyin ve potansiyel değerini ekrana yazdırın.



- 4) Orijin noktası ile pozitif yük arasında ve orijin noktası ile negatif yük arasında, x-ekseni üzerinde ikişer tane daha referans noktası işaretleyin ve potansiyel değerlerini ekrana yazdırın.
- 5) Herhangi bir referans noktası için x-ekseninin altında ve üstünde voltmetre ile gezinerek en az ikişer tane olmak üzere, dört adet eş potansiyel nokta bulun ve işaretleyerek değerini yazdırın.
- 6) Bu referans noktası için işaretlenen eş potansiyel noktaları birleştirerek, eş potansiyel yüzey oluşturun.
- 7) Bu işlemleri tüm referans noktaları için tekrarlayın.
- 8) Oluşan ekran görüntüsünü deney raporunda kullanmak üzere kaydederek, deneyin ikinci aşamasına geçin.

II. Aşama:

- 1) İki metal levhayı paralel ve x-ekseni boyunca aralarında belli bir uzaklık olacak şekilde (en az 60 cm önerilir) yerleştirin.
- 2) Güç kaynağının çıkış voltajını seçin.
Not: Bu metal levhalar sistem tarafından güç kaynağına bağlanarak zıt olarak yüklenmektedir. Voltmetrenin toprak ucu ise negatif levhaya bağlanarak, bu levha referans olarak değerlendirilmektedir.
- 3) Paralel levhalar arasında ve x-ekseni üzerinde orijini belirleyin. Voltmetre kullanarak bu noktayı işaretleyin ve potansiyel değerini ekrana yazdırın.



- 4) Orijin noktası ile pozitif ve negatif levhalar arasında, x-ekseni üzerinde ikişer tane daha referans noktası işaretleyin ve potansiyel değerlerini ekrana yazdırın.

- 5) Herhangi bir referans noktası için x-ekseninin altında ve üstünde voltmetre ile gezinerek en az ikişer tane olmak üzere, dört adet eş potansiyel nokta bulun ve işaretleyerek değerini yazdırın.
- 6) Bu referans noktası için işaretlenen eş potansiyel noktaları birleştirerek, eş potansiyel yüzeyler oluşturun.
- 7) Bu işlemleri tüm referans noktaları için tekrarlayın.
- 8) Oluşan ekran görüntüsünü deney raporunda kullanmak üzere kaydedin.

c. Hata Senaryoları:

1. Öğrenci deneyin her iki aşamasını uygularken iki noktasal yük veya paralel levhalar arasındaki mesafeyi 30 cm' den az seçerek kendisine dar bir çalışma alanı oluşturur ve işaretleyeceği 5 referans noktasını belirlemede zorlanır.
2. Öğrenci deneyin her iki aşamasını 5 referans noktasından daha az sayıda referans noktası oluşturarak, elde edeceği az sayıdaki eş potansiyel noktayı kullanarak elektrik alan çizgilerini oluşturmakta zorlanır.
3. Öğrenci deneyi uygularken yanlış eş potansiyel noktaları birleştirerek hatalı eş potansiyel yüzeyi oluşturur. Bundan dolayı elektrik alan çizgilerini hatalı belirler.
4. Öğrenci doğru eş potansiyel noktaları belirleyerek doğru eş potansiyel yüzey oluşturmaya rağmen, bu yüzeylere dik olacak şekilde geçen elektrik alan çizgilerini hatalı çizebilir.

4. DENEYE İLİŞKİN RAPOR

1. Deneyin ilk aşamasında elde edilen eş potansiyel noktaları ele alarak ve elektrik alan çizgilerinin eş potansiyel yüzeylere dik olması gerektiği bilgisini kullanarak, iki zıt noktasal yük arasındaki elektrik alan çizgilerini çiziniz. Elektrik alan çizgilerinin yönüne nasıl karar verdiğinizi açıklayınız.
2. Noktasal yük sistemi için uygulanan elektriksel potansiyel formülünü yazınız. Deneyde seçilen herhangi bir referans noktası için bu formülü uygulayınız.
3. Deneyin ikinci aşamasında paralel levhalar için gözlemlediğiniz eş potansiyel noktaları ele alarak, paralel levhalar arasındaki elektrik alan çizgilerini oluşturunuz. Elektrik alan çizgilerinin yönüne nasıl karar verdiğinizi açıklayınız.
4. Paralel levhalar için uygulanan potansiyel fark formülünü yazınız. Deneyde seçilen herhangi bir referans noktası için bu formülü uygulayınız.

5. EK KAYNAKLAR ve REFERANSLAR

Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Elektrik ve Manyetizma Laboratuvar Kitapçığı

Koç Üniversitesi, Fizik Bölümü, Genel Fizik II Laboratuvar Kitapçığı

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Elektrik ve Manyetizma Laboratuvar Kitapçığı