



Fiz102L

“Deney 1”

Eş potansiyel ve elektrik alan çizgileri

Prof. Dr. Turgut BAŞTUĞ

Prof. Dr. Saleh SULTANSOY

Yrd.Doç.Dr. Nurdan D.SANKIR

Dr. Ahmet Nuri AKAY

Deneyin Amacı:

- Zıt yüklü iki iletken dairenin eşpotansiyel çizgilerinin haritasını çıkarmak,
- Eşpotansiyel çizgileri kullanılarak elektrik alan çizgilerini elde etmek ,
- Ortama eklenen üçüncü bir iletken **halkanın** eşpotansiyel çizgileri ve elektrik alan çizgilerine olan etkisini incelemek.

İlgili Konular:

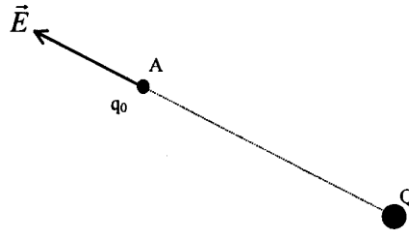
- Elektrik Alan,
- Eş Potansiyel Yüzey,
- Elektrostatik Potansiyel,
- Elektrostatik Potansiyel Enerji.

Teori: Bilindiği gibi herhangi bir yük dağılımı, yakınına yerleştirilen deneme yüküne bir kuvvet uygular.

Elektrik alan, pozitif birim yüke etkiyen elektrostatik kuvvet olarak tanımlanır:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (1)$$

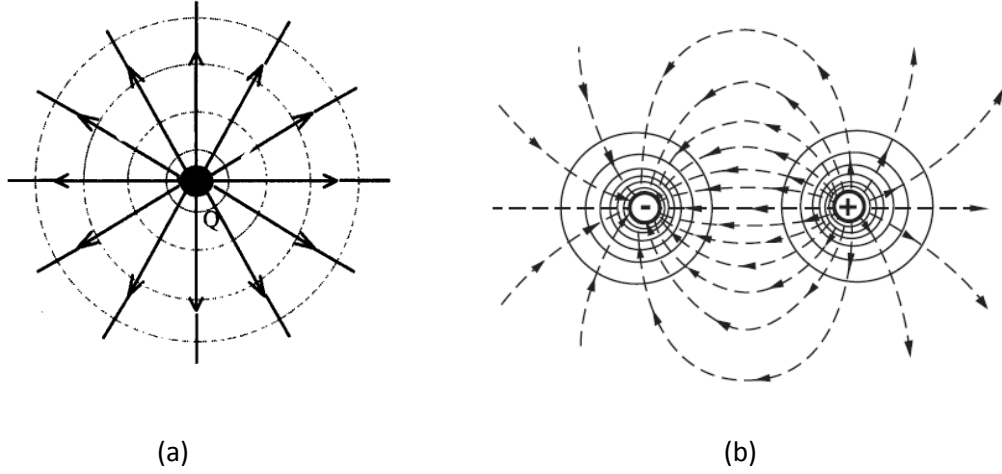
SI (System International) de kuvvetin kuvvet birimi *Newton (N)* ve yük birimi *Coulomb (C)* olmak üzere elektrik alan birimi, birim yük başına kuvvettir (*N/C*).



Şekil 1. Pozitif Q nokta yükünün elektrik alan yönelimi

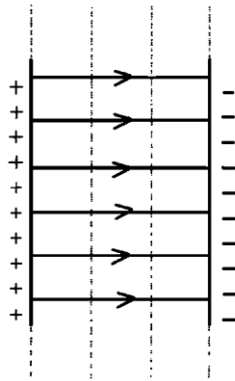
\vec{E} vektörel bir büyüklüktür ve bir doğrultusu olmak zorundadır. Herhangi bir yük dağılımının oluşturduğu elektrik alanın yönü, bu alana yerleştirilen pozitif deneme yüküne etkiyen kuvvetin

yönüdür. Pozitif Q nokta yükünün, A noktasında oluşturduğu elektrik alanın yönü Şekil 1’de gösterilmiştir. Fizikçiler, yük dağılımlarının uzayın değişik noktalarında oluşturduğu elektrik alanın yönelimini ve yoğunluğunu şematik olarak ifade edebilmek için **Elektrik Alan Çizgileri** fikrini ortaya koymuşlardır. Bu *hayali* çizgiler, pozitif yük dağılımında başlayıp negatif bir yük dağılımında son bulurlar. Bir bölgedeki alan yoğunluğu, o bölgedeki alan çizgilerinin birbirine yakınlığı ile orantılıdır. Herhangi bir noktadaki elektrik alanın yönü, o noktada elektrik alan çizgisine çizilen teğetin doğrultusudur. Nokta yükün ve sonsuz paralel zıt yüklü iki levhanın elektrik alan çizgileri şekil 2 ve şekil 3’te gösterilmiştir. Eğer uzayda sadece pozitif (veya negatif) yük var ise elektrik alan çizgileri sonsuzda son bulur (veya sonsuzda meydana gelir). Uzayın herhangi bir noktadan sadece bir elektrik alan çizgisi geçer. Yani bir noktadan birden fazla elektrik alan çizgisi geçemez. Buda elektrik alan çizgilerinin kesişmeyen çizgiler olduğunu gösterir.



Şekil 2. (a) Pozitif nokta yükün elektrik alan çizgileri (b) Zıt yüklü iki kutbun elektrik alan çizgileri (kesikli).

Şekil 2 (a)’da pozitif nokta yükün elektrik alan çizgileri gösterilmiştir. Çizgiler yarıçap doğrultusunda dışarı yayılırlar ve çevrede negatif yük yok ise sonsuzda son bulurlar. Yoğunluk kaynaktan uzaklaştıkça azalır. Kesikli çizgiler eşpotansiyel çizgileridir.



Şekil 3. Sonsuz uzun ve zıt yüklü iki iletken paralel levhanın elektrik alan çizgileri.

Şekil 3'te sonsuz uzun ve zıt yüklü iki iletken paralel levhanın elektrik alan çizgileri gösterilmiştir. Bu şartlarda alan çizgileri pozitif yük dağılımından doğar ve negatif yük dağılımında son bulur. Alan çizgileri her bölgede birbirine paralel ve sabit yoğunluktadır. Böyle alanlara *düzgün* (uniform) alan denir.

Diğer faydalı bir tartışma konusu ise **elektrostatik potansiyel enerjisi** ile elektrik alan ilişkisini ortaya koymaktır. Bir yük dağılımının yakınındaki A noktasına yerleştirilen q_0 deneme yükünün elektrostatik potansiyel enerjisi, yükün sonsuzdan A noktasına getirilmesi için yapılan iş ile tanımlanır. Yerçekimi durumunda olduğu gibi¹, genelde bir noktadaki potansiyel enerjinin mutlak değerinden daha çok, iki nokta arasındaki *potansiyel enerji farkı* ile ilgilenilir. Bir yük dağılımı komşuluğunda bulunan herhangi iki A ve B noktaları arasındaki elektrostatik potansiyel enerji farkı, yükün A'dan B'ye taşınması için yapılan iş olarak tanımlanır.

$$U_{BA} = U_B - U_A = W_{AB} \quad (2)$$

Burada W_{AB} , q yükünün A'dan B'ye hareketi ile yapılan iştir. **Elektrostatik potansiyel, birim yük başına elektrostatik potansiyel enerjisidir.** A ve B noktaları arasındaki elektrostatik potansiyel farkı veya basitçe *potansiyel farkı* V_{BA} , A ve B arasındaki birim yük başına düşen elektrostatik potansiyel enerji farkıdır;

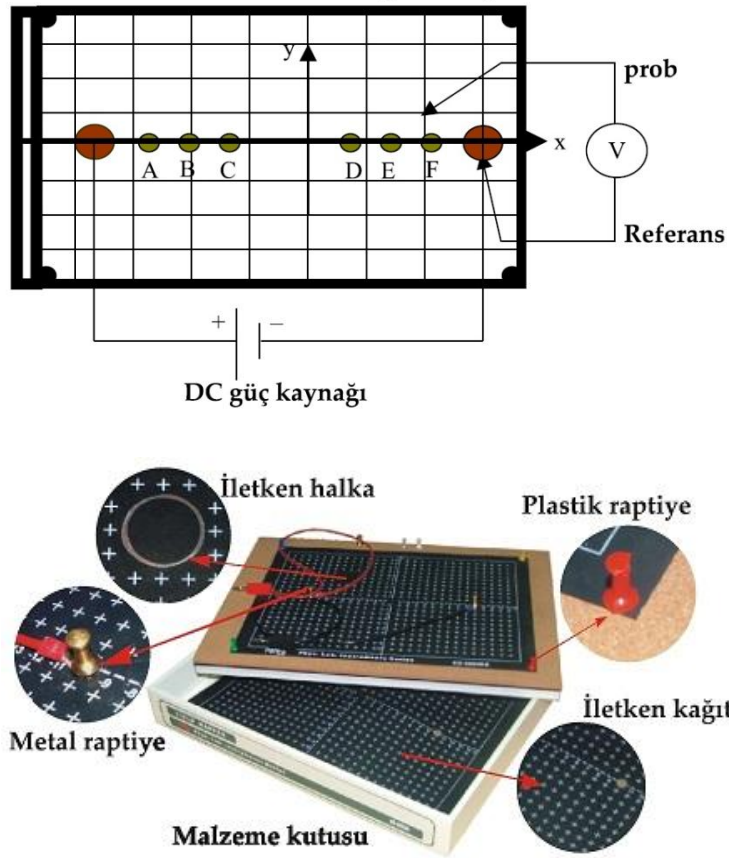
$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q_0} \quad (3)$$

Genelde, verilen bir yük dağılımı tarafından oluşturulan elektrik alanda, birçok nokta aynı potansiyele sahip olacaktır. Bu noktalar *eşpotansiyel noktalar* olarak adlandırılır. Eğer tüm eşpotansiyel noktaları işaretler ve bunları birleştirirsek *eşpotansiyel çizgisi* elde ederiz. Eşpotansiyel çizgisi üzerindeki tüm noktalar aynı potansiyele sahip olacaktır. Dolayısı ile *bir yükü bu çizgi üzerindeki iki nokta arasında taşımak için yapılan iş sıfırdır.* Bu da verilen bir yük dağılımındaki eşpotansiyel çizgilerinin elektrik alan çizgilerine dik olması manasına gelir. Şekil 2 ve Şekil 3'te iki farklı yük dağılımı için eşpotansiyel çizgileri noktalı çizgilerle gösterilmiştir.

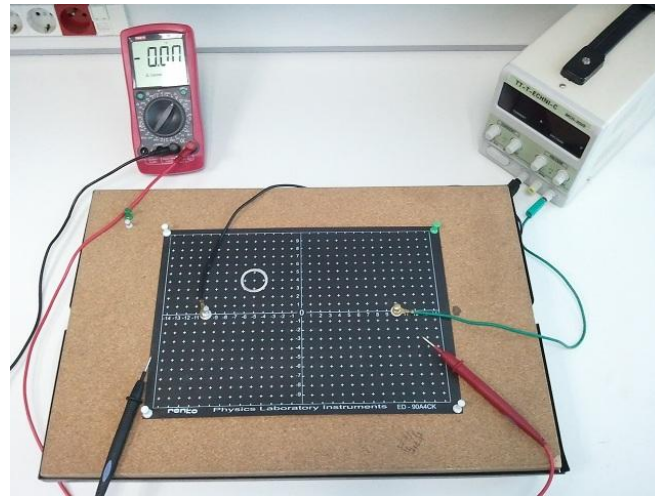
Bildiğiniz gibi izole edilmiş bir iletkene yük şarj edilirse, bu yük iletkenin yüzeyine yayılır ve kendine özgü durgun bir dağılım ile dizilir. Bundan dolayı, iletkenin yüzeyi boyunca elektrik alan bileşeni ve elektrik alan çizgileri yoktur. Nitekim yüklerin yüzeyde yer değiştirmesi için iş yapmaya gerek yoktur. Bundan dolayı *iletken yüzeyler eşpotansiyel yüzeylerdir.*

¹ Bir kütlenin potansiyel enerjisi, bir referans noktasına göre $V=mgh$ değerine sahiptir. Buda referans noktası ile kütlenin bulunduğu nokta arasındaki potansiyel farkıdır.

Deney Hakkında Bilgiler



Şekil 4. Deney Düzenegi



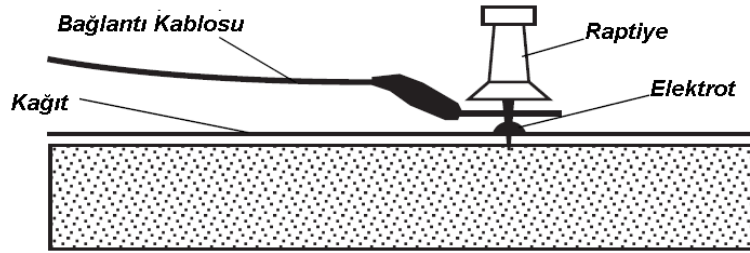
Şekil 5. Ölçmeye hazır bir deney düzenegi

Bu deneyde, zıt yüklü iki iletken noktanın oluşturduğu eşpotansiyel çizgilerini belirleyecek ve haritasını çıkaracaksınız. Deney düzenegi Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilmiştir (şekil 5 sadece örnek bir görüntüdür ve farklı bir deney uygulamasıdır). Düzleştirilmiş sert bir yüzeye yerleştirilen siyah geçirgen kâğıt üzerine gümüş iletken boya ile iletken noktalar oluşturulmuştur. Bu çizgiler DC güç kaynağına bağlanır. Herhangi iki nokta arasındaki potansiyel farkı, probe ile bu noktalardan ölçüm

alınarak bulunur. Eğer farklı iki nokta aynı potansiyele sahip ise bu noktalar “eşpotansiyel noktalar” olarak adlandırılır.

Deneyin Yapılışı

1. Karbon deney kağıdındaki gümüş boya ile çizilmiş iletken noktaların ve gümüş boya halkanın koordinatları kendi ölçekli grafik kağıdınıza aktarın.
2. Karbon deney kağıdı üzerine çizilmiş iletken yolların iletkenliğini multimetre ile test edebilirsiniz (multimetrenin bu kullanımını asistanlarınıza ve hocanıza sorabilirsiniz). Bu gümüş boyalı çizgilerin çok iyi iletkenlikte olmaları gerekmektedir.
3. Karbon deney kâğıdını her köşesinden mantar yüzeye metal raptiye ile tutturun.
4. Devre düzeneğini Şekil 4’teki gibi kurun. Bağlantı kablolarını kullanarak elektrotları DC güç kaynağına bağlayın. Kaynaktan gelen kabloları deney kağıdındaki iki iletken noktaya temas eder hale getirmemiz gerekmektedir. Bağlantı kablolarından birisinin ucunu iletken çizgi şeklindeki elektrotlardan birinin üzerinde herhangi bir noktaya gelecek şekilde yerleştirin ve raptiyeyi kablonun ucunu ve elektrotu sertçe tutacak şekilde saplayın (Şekil 6). Aynı uygulamayı diğer bağlantı kablosu için de yapın.



Şekil 6. Mantar yüzey üzerine kâğıt, kablo, elektrot ve raptiyelerin bağlanması

Kâğıtların sadece köşelerinde ve iletken noktaların üzerinde birer delik olacak şekilde raptiyelemiş olmanız gerekmektedir. Ölçümlerinize yardımcı olması için bile olsa karbon deney kağıdının başka hiçbir noktasında delik oluşturmamaya dikkat edin. Kullandığınız bu kâğıtlarda tüm şubeler ölçüm alacaktır.

5. Güç kaynağının çıkışını **5 volta** ayarlayın ve güç kaynağını açın. Voltmetrenin bir ucunu (toprak ucu) elektrot raptiyelerden birine dokundurun. Diğer ucunu (probe ucu) kâğıt üzerinde potansiyeli ölçülmek istenen herhangi bir noktaya dokundurun.
6. Grafik kâğıdının x-ekseni boyunca altı adet referans noktası seçin (A,B,C,D,E ve F). Bu noktaları orijine göre simetrik seçin. Probu bu noktalardan birine dokundurun ve referans elektrotta göre noktanın potansiyelini ölçüp kaydedin. Eşpotansiyel grafiği için, probu voltmetre aynı değerleri gösterdiği sürece hareket ettirin. Bu noktaları kâğıt üzerinde

yumuşak uçlu bir kurşun kalem ile işaretleyin (deney bitiminde bu kalem izlerini silmiş olmalısınız). Voltmetrede aynı okuma değerini gördüğünüz sürece probun yerini değiştirmeye devam edin. x-ekseninin altında ve üstünde beşer tane olmak üzere on adet eşpotansiyel noktası bulun. Verilerini Tablo 1'e kaydedin.

7. Grafik kağıdınız üzerinde bulduğunuz noktaları yerleştirdikten sonra eşpotansiyel noktalarını her bir referans noktasına göre bir doğru veya eğri oluşturacak şekilde **birleştirin** ve **eşpotansiyel çizgilerini çizin**. Elektrik alan çizgilerinin eşpotansiyel çizgilerine dik olması gerektiği bilgisini kullanarak iletken daireler arasındaki **elektrik alan çizgilerini çizin**.
8. Çizilen elektrotlar arasına iletken dairesel bir cisim olduğunu göreceksiniz. Elektrik alan ve eşpotansiyel çizgilerinin bu daire etrafında nasıl değiştiğini **inceleyin**.
9. Problemleri kullanarak, iletken dairelerin yüzeylerinin gerçekten eşpotansiyel yüzeyler olduğunu gösterin.

Veriler ve Sonuçlar

1. Verilerinizi aşağıdaki tablo 1'e kaydedin ve bu verilerden (koordinatlardan) yola çıkarak eş potansiyel noktalarını grafik kağıdına aktarın. Noktaları birleştirerek eş potansiyel çizgilerini gösterin.
2. Grafikte elektrik alan çizgilerinin yönünü nasıl belirlersiniz? Çizgileri **aynı** grafik kağıdında **çizin**.
3. Elektrotlar arasına bulunan daire şeklindeki iletken üzerinde prob ucunu gezdirerek potansiyeli ölçün ve sonuçları **yorumlayınız**.
4. Kağıt üzerindeki iletken daire eşpotansiyel ve elektrik alan çizgilerini nasıl etkiledi? İletken halkayı grafik kağıdında **konumlandırarak** eş potansiyel ve elektrik alan çizgilerine etkisini **gösterin**.
5. İletken dairelerin yüzeylerinin eşpotansiyel yüzeyler olduklarını **nasıl ispat edebilirsiniz, kısaca anlatınız?**

Veri Tablosu

Aşağıdaki tabloda $y=0$ doğrusu üzerinde belirtilen koordinatlar için potansiyel değerlerini kontrol edip bu veriler tabloya yazın. Daha sonra bu potansiyel değerlerini $y=2, y=4, y=6, y=-2, y=-4, y=-6$ doğruları üzerinde x doğrultusunda hareket ederek arayın, bulmuş olduğunuz eş potansiyel noktalarının koordinatlarını tabloda ilgili yerlere kaydedin.

(, 6)	(, 6)	(, 6)	(, 6)	(, 6)
(, 4)	(, 4)	(, 4)	(, 4)	(, 4)
(, 2)	(, 2)	(, 2)	(, 2)	(, 2)
(-6,0)-(V)	(-3,0)-(V)	(0,0)-(V)	(3,0)-(V)	(6,0)-(V)
(, -2)	(, -2)	(, -2)	(, -2)	(, -2)
(, -4)	(, -4)	(, -4)	(, -4)	(, -4)
(, -6)	(, -6)	(, -6)	(, -6)	(, -6)

Tablo 1. Eşpotansiyel Noktaları Veri Tablosu

*Karbon kağıt üzerindeki iletken gümüş halkanın koordinatları: (__,__)

Not: Bu sayfanızı ölçümlerinizi aldıktan sonra sorumlu eğiticinize imzalatmanız gerekmektedir. Sonraki hafta getireceğiniz raporlarınızın ekinde bu sayfa yer almak zorundadır. Grafiklerinizi ve yorumlarınızı bu değerlere göre hazırlamalısınız.

Deneyi Yapan
<i>İsim</i> _____ :
<i>Öğr. No</i> _____ :

<i>İMZA: (Asistan)</i>
