



**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN FAKÜLTESİ
FİZİK BÖLÜMÜ**

**FİZ.154 GENEL FİZİK LABORATUARI
DENEY KİTAPÇIĞI**

Ankara-2012

İÇİNDEKİLER

Mekanik Deneyleri

DENEY 1. Kuvvet ve Denge.....	1
DENEY 2. Düzgün Doğrusal Hareket.....	5
DENEY 3. Sabit İvmeli Hareket.....	7
DENEY 4. Çarpışmalar	10

Elektrik ve Manyetizma Deneyleri

Temel Kavramlar	14
DENEY 5. Ohm Kanunu	17
DENEY 6. Alternatif Akım Frekansının Bulunması	26
DENEY 7. Wheatstone Köprüsü	29
DENEY 8. Manyetik Alan	32
DENEY 9. Faraday İndüksiyon Kanunu	37

DENEY-1 KUVVET VE DENGİ

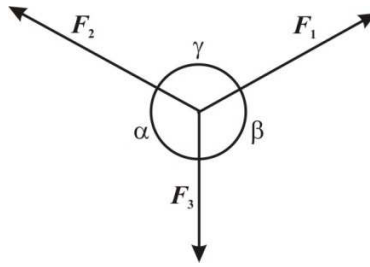
Deneyin Amacı: Kuvvet kavramı hakkında bilgi sahibi olmak, bileşke kuvvetin nasıl bulunduğunu öğrenmek, denge şartlarını incelemek.

Teori

Kuvvet vektörel bir nicelikdir ve skaler nicelikler gibi toplanıp çıkarılamaz. Bu nedenle, bir sistem üzerine etkiyen kuvvetlerin bileşkesi bulunurken vektörel işlemler yapılmalıdır.

Lami Teoremi

Bir cisme, üç farklı doğrultu ve yönde kuvvet uygulandığında (Şekil 1), *bu cisim dengeye geldiğinde, kuvvetlerle, aralarındaki açılarının sinüsleri orantılıdır.*



Şekil 1. Cisim üzerine etki eden farklı yönlerdeki kuvvetler

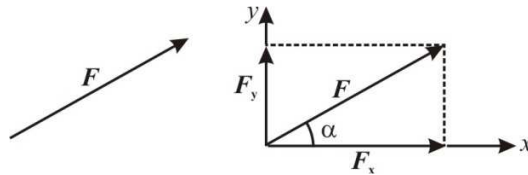
Bu ifadeye *Lami Teoremi* denir ve

$$\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \beta} = \frac{F_3}{\sin \gamma}$$

şeklinde yazılır.

Vektörleri Bileşenlerine Ayırma

Vektör uygun bir dik koordinat sistemine yerleştirilir. Vektörün *x* ve *y* bileşenleri aşağıdaki ifadeler kullanılarak belirlenir.



Şekil 2. Bir vektörün bileşenlerine ayrılması

$$\vec{F} = F_x \hat{i} + F_y \hat{j}, \quad F_x = F \cos \alpha, \quad F_y = F \sin \alpha, \quad F = |\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Denge Şartları

Bir cismin dengede olabilmesi için aşağıdaki iki şart sağlanmalıdır.

1.şart: Cisme etkiyen tüm kuvvetlerin toplamı veya bu kuvvetlerin ayrı ayrı bileşenleri toplamı sıfıra eşit olmalıdır:

$$\begin{aligned} \sum \vec{F} &= 0 \\ \sum \vec{F}_x &= 0 \\ \sum \vec{F}_y &= 0 \end{aligned}$$

Deney 1. Kuvvet ve Denge (Genel Fizik)

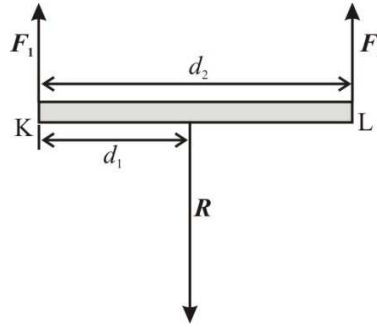
2.şart: Cisme etkiyen tüm kuvvetlerin dönme noktasına göre veya herhangi bir noktaya göre momentleri toplamı sıfıra eşit olmalıdır:

$$\sum \vec{M} = 0$$

Dönme momenti $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ ile tanımlıdır. Büyüklük olarak $M = Fr \sin \theta = Fr_{dik}$ şeklinde yazılır. Burada, r_{dik} , kuvvetin veya uzantısının dönme eksenine dik uzaklığıdır.

Paralel Kuvvetlerin Bileşkesi

Ağırlığı önemsiz KL çubuğuna Şekil 3'teki gibi F_1 ve F_2 kuvvetleri uygulansın.



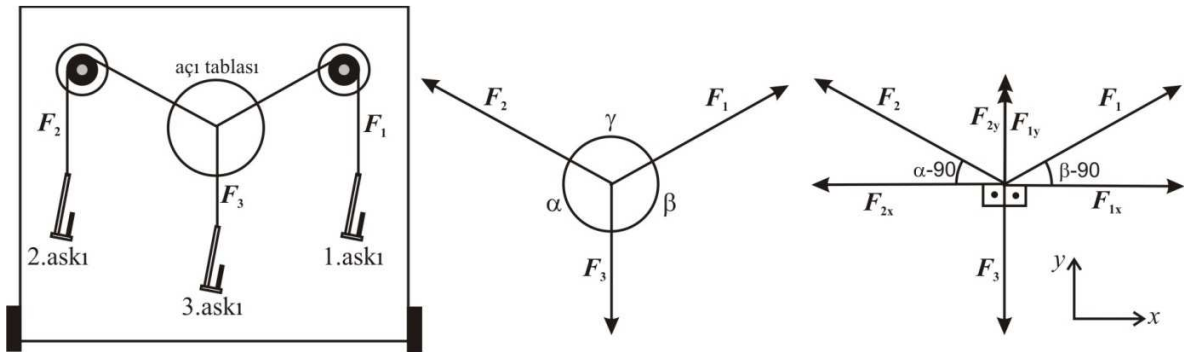
Şekil 3. Paralel kuvvetler

Dengenin 1.şartından $R = F_1 + F_2$ olmalıdır. Bileşke kuvvetin uygulama noktası KL çubuğu üzerinde bir yerdedir, nerede olduğu dengeğin 2.şartından moment alınarak bulunur. K noktasına göre moment alınırsa $R \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$ elde edilir.

Deneyin Yapılışı

I. Bir Noktada Kesişen Kuvvetlerin Bileşkesi

Şekil 4'teki düzeneği kurunuz.



Şekil 4.

a) 1., 2. ve 3. kütle askılarına sırasıyla tabloda belirtilen kütleleri asınız, sistemi dengeye getiriniz. Düğüm noktasının merkezde kalmasını sağlayacak şekilde açı tablasını şekildeki gibi yerleştirerek α , β ve γ açılarını belirleyiniz, tabloya kaydediniz.

Deney 1. Kuvvet ve Denge (Genel Fizik)

	m_1 (gram)	m_2 (gram)	m_3 (gram)	α	β	γ
I	10	10	10			
II	15	10	10			
III	15	20	10			

b) Her bir ölçüm seti için $F = m \cdot g$ ve $g = 980 \text{ cm/s}^2$ olarak kuvvetleri hesaplayınız. Her bir açı için sinüsleri hesaplayınız ve aşağıdaki tabloya kaydediniz. Daha sonra, $F_1/\sin\alpha$, $F_2/\sin\beta$ ve $F_3/\sin\gamma$ değerlerini hesaplayınız ve tabloya kaydediniz. Lami Teoremi doğrulanıyor mu? sonucunuzu yorumlayınız.

	F_1	F_2	F_3	$\sin \alpha$	$\sin \beta$	$\sin \gamma$	$F_1/\sin\alpha$	$F_2/\sin\beta$	$F_3/\sin\gamma$
I									
II									
III									

c) Her bir ölçüm seti için önceki adımda hesaplamış olduğunuz F_1 ve F_2 kuvvetlerini aşağıdaki bağıntılar yardımıyla bileşenlerine ayırınız ve aşağıdaki tabloya kaydediniz. x -doğrultusu için i , y -doğrultusu için j birim vektör kullanınız. Yönlere dikkat ediniz. $-x$ yönündeki bir vektör için $-i$, $-y$ yönündeki bir vektör için $-j$ birim vektör kullanınız.

$$F_{1x} = F_1 \cos(\beta - 90) = \dots$$

$$F_{1y} = F_1 \sin(\beta - 90) = \dots$$

$$F_{2x} = F_2 \cos(\alpha - 90) = \dots$$

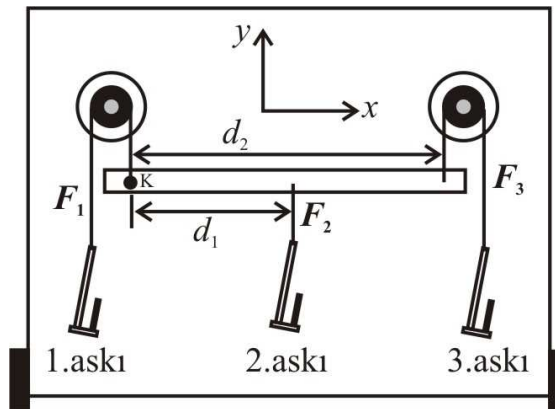
$$F_{2y} = F_2 \sin(\alpha - 90) = \dots$$

	F_{1x}	F_{2x}	F_{3x}	$\sum \vec{F}_x$	F_{1y}	F_{2y}	F_{3y}	$\sum \vec{F}_y$
I								
II								
III								

d) Her bir ölçüm için dengenin 1. şartı sağlanıyor mu? sonucunuzu yorumlayınız.

II. Paralel kuvvetlerin bileşkesi

Şekil 5'teki düzeneği kurunuz.



Şekil 5. Paralel kuvvetlerin bileşkesi

Deney 1. Kuvvet ve Denge (Genel Fizik)

a) 1. ve 2. kütle askılarına sırasıyla tabloda belirtilen kütleleri asınız, 3. askıya kütleler koyarak çubuğun dengeye gelmesini sağlayınız. Denge durumunda 3. askıdaki toplam kütleği tabloya kaydediniz.

	m_1 (gram)	m_2 (gram)	m_3 (gram)
I	35	35	
II	45	45	
III	50	50	

b) Her bir ölçüm seti için $F = m \cdot g$ ve $g = 980 \text{ cm/s}^2$ olarak kuvvetleri hesaplayınız, bileşenlerini bulunuz ve aşağıdaki tabloya kaydediniz. Yönlere dikkat ediniz. x -doğrultusu için i , y -doğrultusu için j birim vektör kullanınız. Yönlere dikkat ediniz. $-x$ yönündeki bir vektör için $-i$, $-y$ yönündeki bir vektör için $-j$ birim vektör kullanınız.

	F_{1x}	F_{2x}	F_{3x}	$\sum \vec{F}_x$	F_{1y}	F_{2y}	F_{3y}	$\sum \vec{F}_y$
I								
II								
III								

c) Her bir ölçüm için dengenin 1. şartı sağlanıyor mu? sonucunuzu yorumlayınız.

d) Şekil 5'e bakarak, düzenerik üzerinde d_1 ve d_2 mesafelerini ölçünüz ve kaydediniz.

$d_1 = \dots$ $d_2 = \dots$

e) Her bir ölçüm için sistemin K noktasına göre momentini hesaplayınız: $F_{2y} \cdot d_1 = F_{3y} \cdot d_2$. Dengenin 2. şartının sağlanıp sağlanmadığını kontrol ediniz? sonucunuzu yorumlayınız

DENEY-2 DÜZGÜN DOĞRUSAL HAREKET

Deneyin Amacı: Düzgün doğrusal harekette yerdeğiştirmenin zamanla nasıl değiştiğini incelemek.

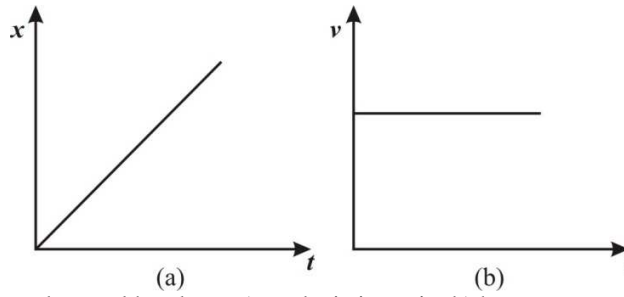
Teori

Düzgün Doğrusal Hareket

Bir cisim doğrusal bir yörünge üzerinde sabit bir hızla hareket ediyorsa **düzgün doğrusal hareket** yapar. Cisim eşit zaman aralıklarında eşit yollar alır ve hızı zamanla değişmez. Yerdeğiştirme (x), hız (v) ve zaman(t) arasında

$$x = vt$$

ilişkisi vardır. x - t grafiği ve v - t grafiği şekil 1a,b'de gösterilmiştir. Görüleceği gibi, x - t grafiğinin eğimi cismin hızına eşittir.

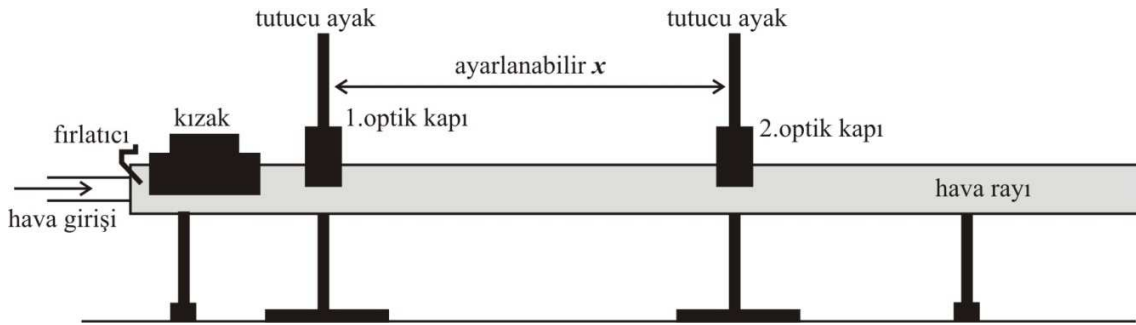


şekil 1. Düzgün doğrusal harekette a) yerdeğiştirmenin, b) hızın zamana bağlı değişimi.

Hava rayı ile Düzgün Doğrusal Hareketin İncelenmesi

Hava rayı sistemi (şekil 2), basınçlı bir hava pompası, üzerinde kızakların hemen hemen sürtünmesiz olarak kayabildiği bir raydan ve bir kronometreye bağlı iki optik kapıdan oluşur. Rayın altında yataylığı sağlayan ayar vidaları vardır, üstünde de hava delikleri vardır. Basınçlı hava pompasından gelen hava bu deliklerden çıkarak bir hava yastığı oluşturur ve ray üzerinde hareket eden kızakla ray arasındaki sürtünmeyi en aza indirir, ideal durumda sürtünme sıfıra gider.

Ray üzerine, kızakın belirli bir yolu ne kadar zamanda aldığını ölçmek için iki tane optik kapı yerleştirilir. Kızak bu optik kapıların ilkinden geçtiği anda kronometre saymaya başlar ve kızak ikinci optik kapıyı geçtikten sonra da kronometre durur. Böylece kızakın, belli bir x mesafesini ne kadar sürede aldığı ölçülür. O zaman, yer değiştirme ve zaman bilindiğine göre, cismin hareketi sorgulanabilir, x - t grafiği çizilerek analiz edilebilir.



şekil 2. Hava rayı deney sistemi

Deneyin Yapılışı

Deney sırasında şu hususlara dikkat ediniz.

- 1) Hava pompası kapalıyken kızakı ray üzerinde hareket ettirmeyiniz.
- 2) Rayın ayaklarındaki ayarlı vidaları kullanarak hava rayının yatay olmasını sağlayınız. Bunun için hava pompasını açınız, kızakı rayın ortasına bir yere bırakınız. Ray yatay olduğunda kızak sağa sola hareket etmeyecektir.

Deney 2. Düzgün Doğrusal Hareket (Genel Fizik)

3) Ölçümler sırasında hava rayının sarsılmamasına dikkat ediniz.

4) Tekrar eden ölçümler durumunda, kızağı hemen hemen aynı şekilde bırakmanız, daha iyi sonuçlar elde etmenizi sağlayacaktır.

a) Hava rayının yatay olmasını sağladıktan sonra, optik gözler arasındaki mesafeyi **20 cm** olarak ayarlayınız ve kızağı ray üzerinde hava pompasının olduğu uca yerleştiriniz, kronometreyi açınız. Kızağı üst kenarından tutunuz ve rayın kenarına yerleştirilmiş olan fırlatıcının lastiğini birkaç cm gererek kızağı bırakınız. Bu sayede kızağa bir ilk hız vermiş olursunuz. Rayın yataylığını iyi yapmışsanız, kızak ray üzerinde sabit hızla hareket edecektir. Kronometreden ölçtüğünüz zaman değerini aşağıdaki tabloya kaydediniz.

b) Kızağı tekrar hava pompasının olduğu uca getiriniz, kronometreyi sıfırlayınız ve fırlatıcının lastiğini ilk seferde olduğu gibi gererek kızağı bırakınız, zamanı ölçerek kaydediniz. Bu şekilde bir ölçüm daha alınız ve değerlerinizi aşağıdaki tabloya kaydediniz.

	$x_1=20\text{cm}$	$x_2=30\text{cm}$	$x_3=40\text{cm}$	$x_4=50\text{cm}$	$x_5=60\text{cm}$
t_1 (ms)					
t_2 (ms)					
t_3 (ms)					
Toplam= $t_1+t_2+t_3$					
Ortalama=Toplam/3					

c) Optik gözler arası mesafeyi **30 cm** yapınız ve kızağı tekrar tekrar fırlatarak süreleri ölçünüz ve tabloya kaydediniz.

d) Benzer şekilde, optik gözler arası mesafeyi **40 cm, 50 cm ve 60 cm** yaparak ölçümlerinizi tekrarlayınız ve süreleri tabloya kaydediniz.

e) Her bir x değeri için, ortalama süreyi hesaplayarak tabloya kaydediniz.

f) Hesaplanan ortalama süreleri kullanarak $x-t_{\text{ort}}$ grafiğini çiziniz.

g) Grafik bir doğru çıkıyor mu? sonucunuzu yorumlayınız

h) Grafiğin eğimini alarak kızağın hızını hesaplayınız.

DENEY-3 SABİT İVMELİ HAREKET

Deneyin Amacı: Sabit ivmeli harekette yerdeğiştirmenin zamanla nasıl değiştiğini incelemek.

Teori

Sabit İvmeli Hareket

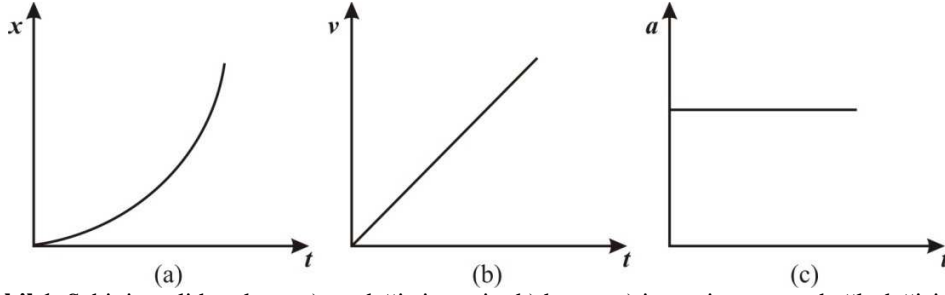
Cisim üzerine sabit bir dış kuvvet uygulanıyorsa, cisim sabit ivmeli hareket yapar. Hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda artar. Durgun halden ve sıfır noktasından harekete başlayan bir cisim için, yerdeğiştirme (x), ivme (a) ve zaman(t) arasında

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

ilişkisi vardır. Diğer taraftan, hız (v), ivme (a) ve zaman(t) arasında,

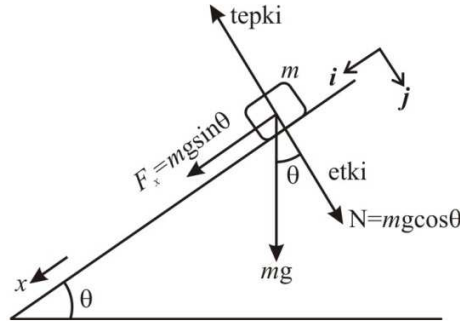
$$v = at$$

ilişkisi vardır. $x-t$ grafiği, $v-t$ grafiği ve $a-t$ grafiği şekil 1a,b,c'de gösterilmiştir. Görüleceği gibi, $v-t$ grafiğinin eğimi cismin ivmesine eşittir. Aynı zamanda, $x-t^2$ grafiğinin eğimi cismin ivmesinin yarısına eşittir.



şekil 1. Sabit ivmeli harekette a) yerdeğiştirmenin, b) hızın , c) ivmenin zamana bağlı değişimi.

Bir cismin θ açılı bir eğik düzlem üzerindeki hareketi sabit ivmeli harekete örnek olarak verilebilir (şekil 2). Cisim üzerine etkiyen kuvvetler şekil 2'de gösterilmiştir.



şekil 2. Eğik düzlem

Cisme x -doğrultusunda $\vec{F}_x = mg \sin \theta \hat{j}$ kuvveti etki eder ve cisim bu kuvvetin etkisiyle x -yönünde **sabit ivmeli hareket** yapar . Etki ve tepki kuvvetleri eşit ve zıt yönlü olduğundan y -doğrultusunda bir hareket yoktur. Newton'un ikinci yasasından hareketin ivmesi hesaplanabilir:

$$F = ma \rightarrow a = F/m = F_x/m = mg \sin \theta / m = g \sin \theta$$

Başka bir deyişle, **eğik düzlem üzerinde hareket eden cismin ivmesi sabittir ve yer çekimi ivmesi ile eğim açısının sinüsünün çarpımına eşittir.**

Deney 3. Sabit İvmeli Hareket (Genel Fizik)

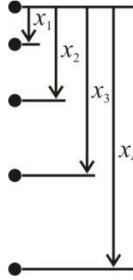
Bu durumda cismin yerdeğiştirmesi de,

$$x = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}g\sin\theta t^2$$

olur.

Deneyin Yapılışı

Hava masasına belli bir θ açısı kadar eğim veriniz. Hava masası üzerine iz kağıdını yerleştiriniz. Disklerden birini masanın sağ alt köşesine yerleştiriniz ve deney süresince orada tutunuz. Diğer diski alınız ve masanın üst kısmına getiriniz. Ark pedalına basınız ve diski ilk hızsız olarak bırakınız. Disk masanın alt kenarına çarptığında ark pedalından ayağınızı kaldırınız ve iz kağıdını alınız, iz kağıdı üzerinde Şekil 1'deki gibi noktalar göreceksiniz.



Şekil 3. İz kağıdı

a) Ark kronometresinin zaman çarpanını **A** ile gösteriniz ve kaydediniz. Bu değer iz kağıdı üzerinde iki ardışık nokta arasındaki zamanı verecektir.

A=....

b) İz kağıdı üzerinde hareketin başlangıcını belirleyiniz ve her bir noktanın başlangıca olan uzaklığını (x_1, x_2, x_3, \dots) cetvelle ölçünüz ve tabloya kaydediniz.

c) Her bir nokta için geçen zamanı (t) hesaplayınız ve tabloya kaydediniz: 1.nokta için $1 \times A$, 2.nokta için $2 \times A$. Daha sonra bunların karelerini hesaplayınız ve tabloya kaydediniz.

Konum (cm)	Zaman, t	t^2
$x_1=$	$t_1=1 \times A=$	
$x_2=$	$t_2=2 \times A=$	
$x_3=$	$t_3=3 \times A=$	
$x_4=$	$t_4=4 \times A=$	
$x_5=$	$t_5=5 \times A=$	

d) Tablodan yararlanarak, **$x-t$** grafiğini çiziniz, nasıl bir eğri elde ediyorsunuz, sonucunuzu yorumlayınız.

e) Tablodan yararlanarak, **$x-t^2$** grafiğini çiziniz. Grafiğin eğimini hesaplayınız ve **$eğim = a/2$** ifadesinden diskin ivmesini bulunuz.

f) Hava masasının eğimi bilindiğine göre, **$a = g\sin\theta \rightarrow g = a/\sin\theta$** yardımıyla yerçekimi ivmesini hesaplayınız.

Deney 3. Sabit İvmeli Hareket (Genel Fizik)

g) Hava masasının eğimini değiştiriniz. Mevcut iz kağıdınızı hava masasına yerleştiriniz ve boş kısmına deneyin ilk kısımlarında yaptığınız gibi yeni bir iz daha alınız. Yukarıdaki **(b)-(f)** adımlarını tekrarlayınız, verilerinizi aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Konum (cm)	Zaman, t	t^2
$x_1=$	$t_1=1 \times A=$	
$x_2=$	$t_2=2 \times A=$	
$x_3=$	$t_3=3 \times A=$	
$x_4=$	$t_4=4 \times A=$	
$x_5=$	$t_5=5 \times A=$	

$$g = a/\sin\theta = \dots$$

h) Her iki iz durumunda bulduğunuz yerçekimi ivmelerini karşılaştırınız ve sonuçlarınızı yorumlayınız.

DENEY-4 ÇARPIŞMALAR

Deneyin Amacı: Esnek çarpışmalarda ve tamamen esnek olmayan çarpışmalarda momentumun ve kinetik enerjinin korunumu'nu incelemek.

Teori

A. Esnek Çarpışmalar

Herhangi bir dış kuvvetin etkisinde olmayan iki cismin çarpışmasında *momentum ve kinetik enerji korunuyorsa* çarpışmaya *esnek çarpışma* denir. Kütleleri m_1, m_2 ve çarpışmadan önceki hızları \vec{v}_1, \vec{v}_2 olan iki cismin esnek olarak çarpıştıklarını varsayalım ve çarpışmadan sonraki hızları da \vec{u}_1, \vec{u}_2 olsun. Momentumun korunumundan,

$$\begin{aligned}\vec{P}_{\text{önce}} &= \vec{P}_{\text{sonra}} \\ \sum \vec{P}_i &= \sum \vec{P}_s \\ \underbrace{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}_{\text{çarpışmadan önce}} &= \underbrace{m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2}_{\text{çarpışmadan sonra}}\end{aligned}\quad (1)$$

yazarız. Esnek çarpışmalarda momentuma ek olarak kinetik enerji de korunur.

$$\begin{aligned}\sum K_i &= \sum K_s \\ \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 &= \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2\end{aligned}\quad (2)$$

Aynı zamanda, iki cismin kütle merkezi de sabit \vec{V} hızı ile hareket eder. Kütle merkezinin hızı,

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = (m_1 + m_2)\vec{V}$$

bağıntısından,

$$\vec{V} = (m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2)/(m_1 + m_2) = (m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2)/(m_1 + m_2)\quad (3)$$

olarak bulunur. İki cismin kütleleri eşitse ($m_1 = m_2$), yukarıdaki (1), (2) ve (3) eşitlikleri,

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{u}_1 + \vec{u}_2\quad (4)$$

$$v_1^2 + v_2^2 = u_1^2 + u_2^2\quad (5)$$

ve

$$\vec{V} = (\vec{v}_1 + \vec{v}_2)/2 = (\vec{u}_1 + \vec{u}_2)/2\quad (6)$$

halini alır.

Esnek olmayan çarpışmalarda kinetik enerji korunmaz. Başka bir deyişle, bu tür çarpışmalarda kinetik enerji kaybı olur. Çarpışmadan sonraki toplam kinetik enerji çarpışmadan önceki toplam kinetik enerjiden daha küçüktür. K_0 çarpışmadan önceki ve K_s çarpışmadan sonraki toplam kinetik enerji olmak üzere,

$$K_0 > K_s$$

dir. Kinetik enerji farkı ($K_0 - K_s$) ısı enerjisine dönüşür yada başka enerji şekillerine dönüşür. Kinetik enerji farkı, çarpışmaların esnekliğini tanımlamak için kullanılabilir: bir çarpışma için esneklik katsayısı

$$e = \frac{(K_0 - K_s)}{K_0}\quad (7)$$

şeklinde tanımlanır.

B. Tamamen Esnek Olmayan Çarpışmalar

Çarpışmada momentum korunurken kinetik enerji korunmuyorsa ve çarpışmadan sonra cisimler birlikte hareket ediyorlarsa bu tür çarpışmaya ***tamamen esnek olmayan çarpışma*** denir.

Çarpışmadan sonra sistem dönmeden hareket ediyorsa her iki cismin hızı ve kütle merkezinin hızı birbirinin aynı olur. \vec{u}_1, \vec{u}_2 çarpışmadan sonra cisimlerin hızları ve kütle merkezinin hızı olmak üzere,

$$\vec{u}_1 = \vec{u}_2 = \vec{v} \quad (8)$$

yazılabilir. \vec{v}_1, \vec{v}_2 cisimlerin çarpışmadan önceki hızları olmak üzere momentumun korunumundan,

$$\underbrace{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}_{\text{çarpışmadan önce}} = \underbrace{(m_1 + m_2) \vec{v}}_{\text{çarpışmadan sonra}} \quad (9)$$

bulunur. Bu bağıntıdan, kütle merkezinin hızı,

$$\vec{v} = (m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2) / (m_1 + m_2)$$

olur. İki cismin kütleleri eşitse ($m_1 = m_2$),

$$\vec{v} = (\vec{v}_1 + \vec{v}_2) / 2 \quad (10)$$

elde edilir. Tamamen esnek olmayan çarpışmalarda her zaman kinetik enerji kaybı vardır. O halde kinetik enerjiler için,

$$\sum K_i > \sum K_s$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 > \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 \quad (11)$$

eşitsizliğini yazabiliriz. ($m_1 = m_2$) durumunda,

$$v_1^2 + v_2^2 > 2v^2 \quad (12)$$

olur. K_0 çarpışmadan önceki ve K_s çarpışmadan sonraki toplam kinetik enerji olmak üzere, esneklik katsayısı yukarıdaki (7) denklemiyle hesaplanabilir.

Deneyin Yapılışı**I. Esnek Çarpışma deneyi**

Hava masasını yatay duruma getiriniz, bunun için hava masasının vida şeklinde tasarlanmış olan ayarlı ayaklarını kullanınız. Hava pompasını çalıştırınız. Hava masasının yatay ayarını iyi yapmışsanız diskler masanın üzerinde hareket etmeden duracaklardır. Daha sonra, masanın üzerine iz kağıdını yerleştiriniz, disklerden birini masanın sağ alt köşesine, diğerini de sol alt köşesine yerleştiriniz. Çarpışma, masanın ortasında bir yerde olacak şekilde diskleri hafifçe hızlandırıp bırakınız ve çarpışmalarını gözleyiniz. Güzel çarpışmalar elde edilene kadar bir iki prova yapınız. Pratik kazandıktan sonra, diskleri ark pedalına basarak atınız ve çarpışmanın iz kağıdına kaydedilmesini sağlayınız.

a) Hava masası üzerinden iz kağıdını alınız ve iz kağıdı üzerinde aşağıdaki şekilde olduğu gibi, çarpışmadan önceki ve sonraki hız vektörlerini çiziniz. Çetvelle uzunluklarını ölçünüz.

b) Çarpışmadan önceki vektörlerin uzantılarını çiziniz, uzantılarının kesiştiği noktayı bulunuz, bu vektörleri cetvelle ölçtüğünüz uzunluklara göre bu noktaya taşıyınız ve bileşkelerini bulunuz, bileşkenin cetvelle uzunluğunu ölçünüz ve aşağıya kaydediniz.

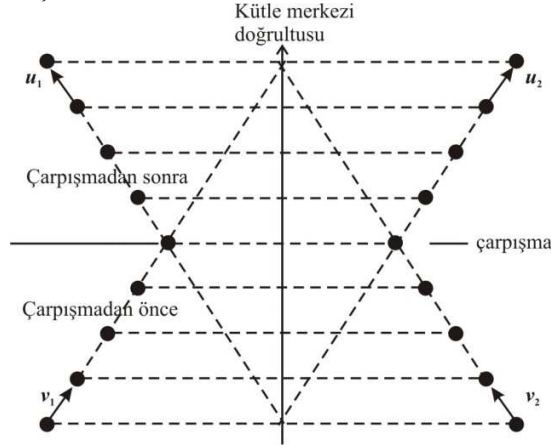
$R_0 = \dots$

c) Çarpışmadan sonraki vektörlerin uzantılarını çiziniz, uzantılarının kesiştiği noktayı bulunuz, bu vektörleri cetvelle ölçtüğünüz uzunluklara göre bu noktaya taşıyınız ve bileşkelerini bulunuz, bileşkenin cetvelle uzunluğunu ölçünüz ve aşağıya kaydediniz.

$R_s = \dots$

Deney 4. Çarpışmalar (Genel Fizik)

$R_0 = R_s$ oluyor mu, sonucunuzu tartışınız.



d) İz grafiğinde birbirine karşılık gelen noktaları birleştiriniz ve bu noktalar arası mesafelerin tam orta noktalarını belirleyiniz. Bu noktaları dikey eksende birleştirerek kütle merkezi doğrultusunu elde ediniz.

e) Çarpışmadan önceki bölgede ardışık iki çizgi arasındaki dikey mesafeyi ölçerek, çarpışmadan önce kütle merkezinin hızını bulunuz ve kaydediniz.

$v_{km} = \dots$

f) Çarpışmadan sonraki bölgede ardışık iki çizgi arasındaki dikey mesafeyi ölçerek, çarpışmadan sonra kütle merkezinin hızını bulunuz ve kaydediniz.

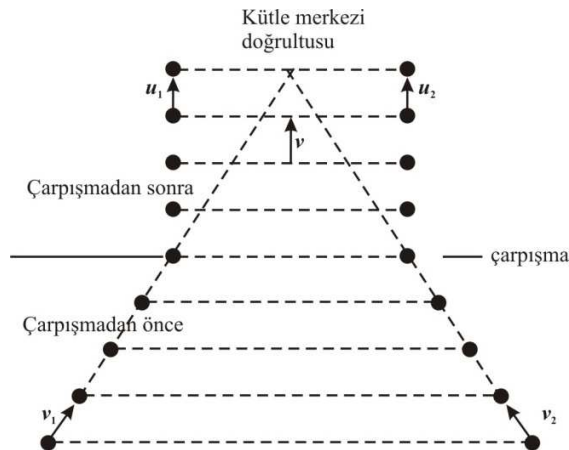
$v_{km} = \dots$

Bulduğunuz değer e) kısmındaki değerle uyumlu mu, sonucunuzu tartışınız.

II. Tamamen Esnek Olmayan Çarpışma Deneyi

İki diskin çevresine yapışkan yüzeyleri dışa gelecek şekilde yapışkan şeritleri sarınız. Hava masasının yatay konumda olup olmadığı kontrol ediniz. Hava masası üzerine temiz bir iz kağıdı yerleştiriniz ve önceki deneyde olduğu gibi çarpışmayı gerçekleştiriniz.

a) Hava masası üzerinden iz kağıdını alınız ve iz kağıdı üzerinde aşağıdaki şekilde olduğu gibi, çarpışmadan önceki ve sonraki hız vektörlerini çiziniz. Çetvelle uzunluklarını ölçünüz.



b) Çarpışmadan önceki vektörlerin uzantılarını çiziniz, uzantılarının kesiştiği noktayı bulunuz, bu vektörleri cetvelle ölçtüğünüz uzunluklara göre bu noktaya taşıyınız ve bileşkelerini bulunuz, bileşkenin cetvelle uzunluğunu ölçünüz ve aşağıya kaydediniz.

$R_0 = \dots$

Deney 4. Çarpışmalar (Genel Fizik)

c) Çarpışmadan sonraki vektörlerin bileşkelerini bulunuz, bileşkenin cetvelle uzunluğunu ölçünüz ve aşağıya kaydediniz.

$R_s = \dots$

$R_0 = R_s$ oluyor mu, sonucunuzu tartışınız.

d) İz grafiğinde birbirine karşılık gelen noktaları birleştiriniz ve bu noktalar arası mesafelerin tam orta noktalarını belirleyiniz. Bu noktaları dikey eksenle birleştirerek kütle merkezi doğrultusunu elde ediniz.

e) Çarpışmadan sonraki bölgede ardışık iki çizgi arasındaki dikey mesafeyi ölçerek, çarpışmadan sonra kütle merkezinin hızını bulunuz ve kaydediniz.

$v_{km} = \dots$

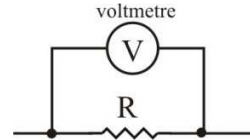
Bulduğunuz değer c) kısmındaki hız değerleriyle uyumlu mu, sonucunuzu tartışınız.

f) Bulduğunuz hız değerlerini (12) bağıntısında yerine yazarak kinetik enerjinin korunmadığını gösteriniz. (7) denklemi yardımıyla esneklik katsayısını hesaplayınız.

TEMEL KAVRAMLAR

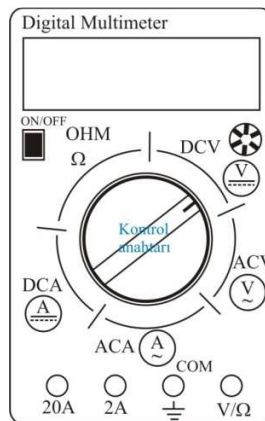
Ampermetre: Akım ölçen alete ampermetre denir. Devreye seri bağlanır, iç direnci çok küçüktür (Şekil 1.a).

Voltmetre: Potansiyel farkını ölçen alete voltmetre denir. Devreye paralel bağlanır, iç direnci çok büyüktür (Şekil 1.b).



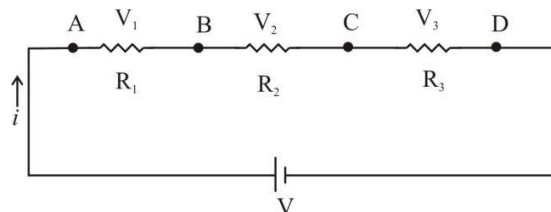
(b) Voltmetrenin bağlanması

Multimetre: Direnç, gerilim ve akım ölçümleri yapabilen komple bir ölçüm aytgıtıdır (Şekil 2). Ölçümler kontrol anahtarının konumuna göre yapılır. Doğru gerilim ölçülecekse kontrol anahtarı DCV kısmına, doğru akım ölçülecekse DCA kısmına, alternatif gerilim ölçülecekse ACV kısmına, alternatif akım ölçülecekse ACA kısmına, direnç ölçülecekse OHM (Ω) kısmına çevrilmelidir. Multimetre devreye bağlıyken ve açıkken kontrol anahtarını çevirmeyiniz. Bununla birlikte, bağlantılar da ölçülecek niceliğe bağlı olarak dikkatlice yapılmalıdır. Diğer taraftan, multimetrenin ekranında gösterdiği değer ölçülen niceliğin kendi değeridir ve kontrol anahtarının gösterdiği sayı ile çarpılmayacaktır. Ancak kontrol anahtarının kademesi iyi belirlenmelidir, kademenin gösterdiği değer ölçülecek niceliğin değerine yakın olmalıdır. Örneğin, mA seviyesinde bir akım ölçülecekse akım kısmında **"2m"** gibi bir çarpan tercih edilmelidir, bunun yerine **"20"** tercih edilirse düzgün bir ölçüm yapılamaz.



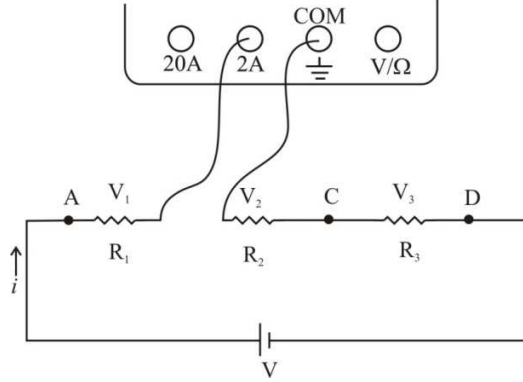
Şekil 2. Dijital multimetre.

Multimetre ile Akım Ölçümü: Şekil 3'teki gibi bir devre verilsin ve ana koldaki akımı ölçmek isteyelim.



Şekil 3. Basit bir seri devre.

Bunun için akımın ölçüleceği kol herhangi bir yerinden kesilmeli, akım multimetre içine gönderilmeli ve multimetre içinden geçtikten sonra tekrar devreye geri dönmelidir. Bağlantılar Şekil 4'teki gibi yapılmalıdır. Akımın büyüklüğüne bağlı olarak **2A** portu yerine **20A** portu da tercih edilebilir.

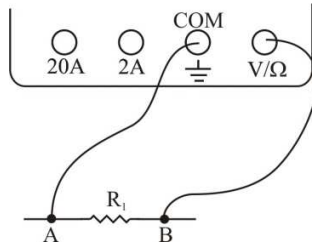


Şekil 4. Multimetreyle akım ölçümü

Güç kaynağı DC ise devredeki akım da DC olacağından, multimetrenin kontrol anahtarı **DCA** (bazı multimetrelerde **A-**) kısmında olmalı ve uygun bir kademe seçilmelidir.

Güç kaynağı AC(alternatif) ise devredeki akım da AC olacağından, multimetrenin kontrol anahtarı **ACA** (bazı multimetrelerde **A~**) kısmında olmalı ve uygun bir kademe seçilmelidir.

Multimetre ile Voltaj Ölçümü: Şekil 3'teki devrede R_1 direnci üzerindeki veya A-B noktaları arasındaki voltajı ölçmek isteyelim. Bağlantılar Şekil 5'teki gibi yapılmalıdır.



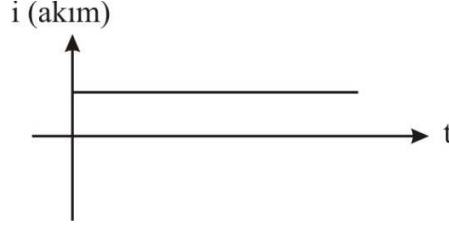
Şekil 5. Multimetreyle voltaj ölçümü

Multimetre ile Direnç Ölçümü: Bağlantılar Şekil 5'teki gibi yapılmalıdır ancak kontrol anahtarı "**OHM**" kısmına getirilmelidir. Uygun bir çarpan değeri belirlenmelidir.

UYARI: Ölçümler arası geçişlerde, mesela voltaj ölçtünüz, direnç ölçmek istiyorsunuz, bu durumda multimetre devreye bağlı ise, önce kapatılmalı daha sonra kontrol anahtarı çevrilmelidir.

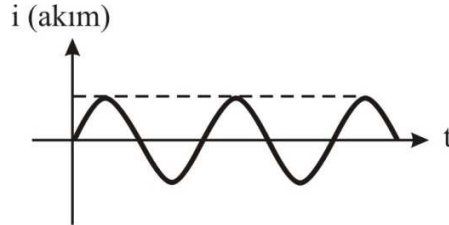
Doğru Akım (DCA) ve Alternatif (Sinüzoidal) Akım (ACA):

Zaman içinde şiddeti ve yönü değişmeyen akımlara doğru akım denir ve (DC) ile gösterilir (Şekil 6).



Şekil 6. Doğru akım

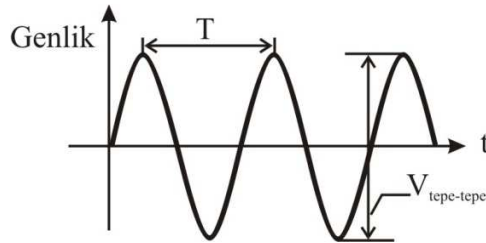
Alternatif akımda, akımın büyüklüğü zamanla periyodik bir değişim gösterir (Şekil 7). Yükler önce bir yönde, daha sonra ters yönde akarlar ve bu döngü belirli bir periyotla kendini tekrar eder.



Şekil 7. Alternatif akım

Frekans ve Peryot: Bir devir için geçen süreye periyot denir. Bu süre içerisinde genlik değeri başlangıç değerine geri döner (Şekil 8). Frekans, saniyedeki devir sayısı (titreşim sayısı) olarak tanımlanır ve periyodun tersidir

$$f = \frac{1}{T} \text{ Hz (s}^{-1}\text{) (Hertz)}$$



Şekil 8.

Güç Kaynağı: Enerji üreticisidir veya uzayın iki noktası arasında potansiyel fark oluşturarak, akım akmasını sağlayan aygıttır. Elektrik devreleri için genelde güç kaynağı olarak doğrultucular kullanılır. Doğrultucular, AC gerilimini DC gerilimine çevirirler.

DENEY-5

OHM KANUNU

Deneyin Amacı: Multimetre'nin nasıl kullanıldığını öğrenmek, devre elemanlarının nasıl seri ve paralel bağlandıklarını öğrenmek, dirençlerin akım-gerilim karakteristiklerini incelemek, Ohm kanunu hakkında bilgi sahibi olmak, seri ve paralel bağlı dirençlerle oluşturulmuş devrelerde akım ve gerilim ölçümleri yaparak bu devrelerin analizi konusunda beceri kazanmak.

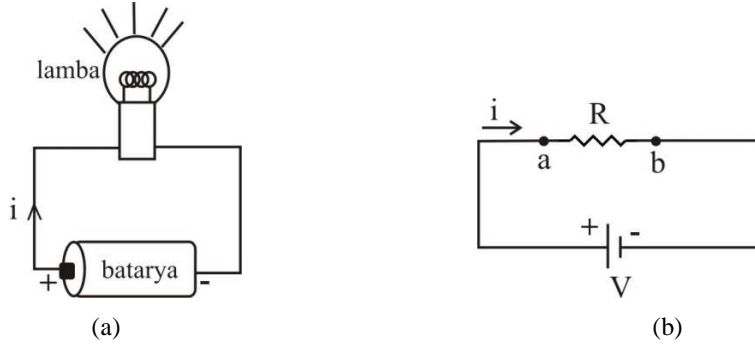
Teori

Elektrik Akımı

Yükün bir yerden başka bir yere hareket etmesi/akması ile elektrik akımı oluşur (durgun yükler elektrik akımı oluşturmazlar). Bir iletken kesitinden birim zamanda geçen yük miktarı **akım şiddeti** olarak tanımlanır:

$$I = Q / t \quad (1)$$

Akım şiddeti birimi **amper**'dir ve bu $1 \text{ Amper} = 1 \text{ Coulomb} / 1 \text{ saniye (C/s)}$ ile tanımlanır. Şekil 1a'da bir kuru pil, bağlantı telleri ve bir lambadan oluşan basit bir elektrik devresi, Şekil 1b'de üreteç, bağlantı telleri ve bir R direncinden oluşan basit bir elektrik devresi gösterilmiştir. Akımın yönü genel bir kabul olarak bataryanın/üreticinin (+) kutbundan (-) kutbuna doğrudur.



Şekil 1. Akım (a) pilin veya (b) kaynağın pozitif kutbundan negatif kutbuna, başka bir deyişle, yüksek potansiyelden düşük potansiyele doğru akar.

Elektrik yüklerinin bir yerden başka bir yere gidebilmesi için herşeyden önce iletken bir ortama ihtiyaç vardır, bu ortam metal, sıvı ve gaz olabilir. Nakledilen şey pozitif veya negatif yüklerdir. Metal olmayan/serbest taşıyıcısı olmayan katılar, içinde iyon bulundurmayan sıvılar ve gazlar elektrik akımını iletmede büyük direnç gösterirler, bu nedenle elektriği iletmezler ve *yalıtkan* olarak adlandırılırlar. Diğer taraftan, germanyum ve silisyum gibi bazı maddelerin (yarıiletkenler) elektriksel karakteristikleri metal ve yalıtkan arasındadır, üzerlerine uygulanan voltaja bağlı olarak elektrik akımını iletirler veya iletmezler.

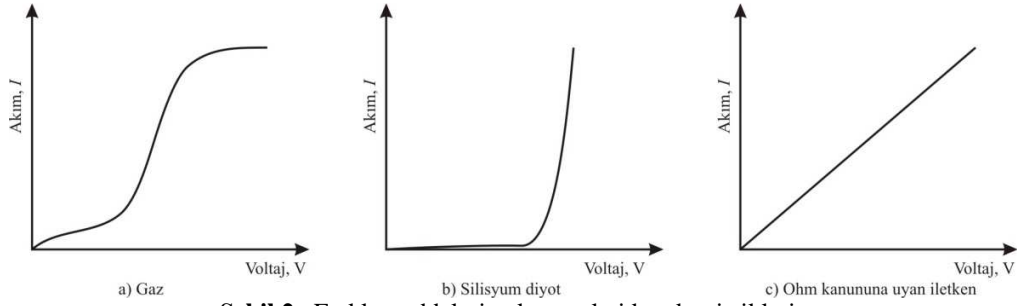
Bir iletkenin iki noktası arasından yük geçebilmesi için bu iki nokta arasında mutlaka potansiyel farkı olmalıdır. Nasıl ki bir boruda su yüksek basınçlı yerden düşük basınçlı yere doğru akıyorsa, yük akışı da iki nokta arasındaki potansiyel farkına bağlıdır. İki nokta arasında potansiyel farktan kaynaklanan elektrik alan ne kadar büyükse, yükleri

Deney 5. Ohm Kanunu (Elektrik ve Manyetizma)

hareket ettiren kuvvet de o kadar büyük olacaktır. Başka bir deyişle, iki nokta arasında akan akımın büyük olması isteniyorsa, bu iki nokta arasındaki potansiyel fark yüksek yapılmalıdır.

Ohm Kanunu

İletkenler farklı akım-voltaj karakteristiklerine sahip olabilirler. Şekil 2'de farklı durumlara karşılık gelen akım-voltaj (I-V) grafikleri gösterilmiştir.

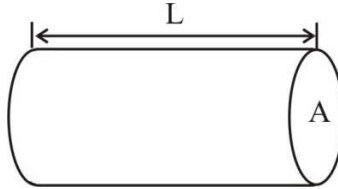


Şekil 2. Farklı maddelerin akım-voltaj karakteristikleri.

Bir iletkende, akım ve voltaj arasında doğrusal (lineer) bir ilişki varsa, orantı katsayısı direnci verir. Başka bir deyişle, "bir iletkende V/I oranı her zaman sabit kalıyorsa, bu oran iletkenin direncine eşittir", bu ifadeye **Ohm kanunu** denir, bu şekilde **davranan devre elemanlarına/iletkenlere de ohmik direnç adı verilir**.

$$\frac{V}{I} = \text{sabit} = R \quad (2)$$

Diğer taraftan, Ohm kanununa uyan tel şeklindeki iletkenlerin direnci (Şekil 3), uzunluğa (L), kesit alanına (A) ve yapıldığı metalin öz direncine (ρ) bağlıdır: telin direnci uzunluk ve öz direnç ile doğru orantılı, kesitle ters orantılıdır;



Şekil 3. L uzunluklu A kesit alanlı iletken tel

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (3)$$

Bir iletkenin öz direncinin tersine **iletkenlik** denir, genelde σ ile gösterilir, $\sigma = 1/\rho$. Öz direnci küçük olan maddeler iyi iletkenlerdir.

Dirençlerin Bağlanması

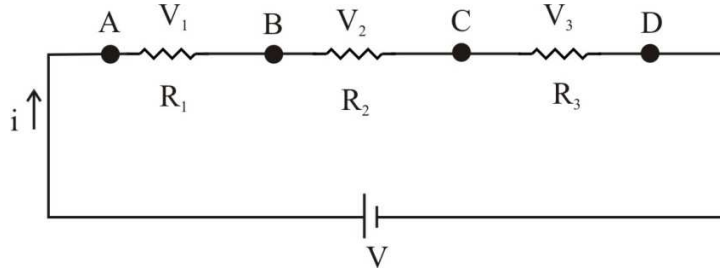
1. Seri Bağlama

İki veya daha fazla direncin/devre elemanının Şekil 4'te gösterildiği gibi uç-uca bağlanmasına **seri bağlama** denir.

Bu tür devrelerde,

a) Devrenin toplam voltajı, her bir devre elemanı üzerindeki voltajların toplamına eşittir:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots \quad (4)$$



Şekil 4. Dirençlerin seri bağlanması

b) Bütün devre elemanlarından geçen akım aynıdır: $i = i_1 = i_2 = i_3$

Ohm kanunundan, $V_1 = iR_1$, $V_2 = iR_2$ ve $V_3 = iR_3$ yazarız. Bunları (4) denkleminde yerine koyarsak,

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = i(R_1 + R_2 + R_3) = iR_{es}$$

elde ederiz. Üç direncin yerine geçecek olan bir eşdeğer direnç R_{es}

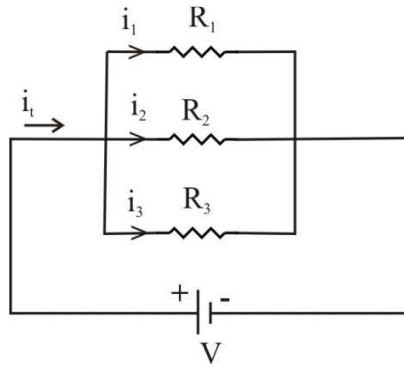
$$R_{es} = R_1 + R_2 + R_3$$

olur. Sonuç olarak, **seri bağlı devrelerde eşdeğer direnç, mevcut dirençlerin aritmetik toplamıdır.**

2. Paralel Bağlama

İki veya daha fazla direncin/devre elemanının Şekil 5'te gösterildiği gibi bağlanmasına **paralel bağlama** denir.

Bu tür devrelerde,



Şekil 5. Dirençlerin paralel bağlanması

a) Devrenin toplam voltajı, her bir devre elemanı üzerindeki voltaja eşittir, $V = V_1 = V_2 = V_3$.

b) Devrenin ana kolundaki akım, paralel kollarındaki akımların toplamına eşittir:

$$i_T = i_1 + i_2 + i_3 \quad (5)$$

Ohm kanunundan, $i_1 = V/R_1$, $i_2 = V/R_2$ ve $i_3 = V/R_3$ yazarız. Bunları (5) denkleminde yerine koyarsak,

$$i_T = i_1 + i_2 + i_3 = V(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3) = V/R_{es}$$

elde ederiz. Üç direncin yerine geçecek olan bir eşdeğer direnç R_{es}

$$1/R_{es} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

Deney 5. Ohm Kanunu (Elektrik ve Manyetizma)

olur. Sonuç olarak, *paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç, mevcut dirençlerin tersleri kullanılarak elde edilir.*

Bir R direncinin değeri, geleneksel olarak üç farklı yolla;

- (1) Akım-voltaj grafiğinin eğimi hesaplanarak,
- (2) Multimetreyle ölçülerek,
- (3) Üzerindeki renk kodları yardımıyla belirlenebilir.

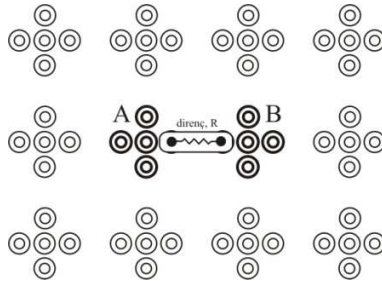
Bu deneyde ilk iki yöntem kullanılacaktır.

Elektrik tellerinin (deneyde kullanacağınız kabloların) dirençleri ihmal edilebilecek kadar küçüktür ($\approx 0.2 \Omega$). Bu nedenle bir elektrik devresinin direncini teller dışındaki devre elemanları (direnç, ampüller, motorlar v.s.) belirler.

Deneyin Yapılışı

1. Multimetre Yardımıyla Direnç Okuma

Bir multimetre alınız ve her bir direncin değerini multimetre yardımıyla ölçünüz. Direnci devre kurma tahtasına yerleştiriniz ve multimetreyi Şekil 6'daki gibi dirence paralel olarak bağlayınız: **COM** portunu devrenin **A** bloğundaki boş bir yere, **V/ Ω** portunu **B** bloğundaki boş bir yere takınız. Multimetrenin kontrol anahtarını Ω kısmına çeviriniz ve "200" kademesine getiriniz. Multimetreyi açınız ve direncin değerini okuyarak Tabloya kaydediniz. Ölçüm yaptığınız direnci sökünüz, diğer direnci takınız, değerini okuyarak Tabloya kaydediniz. Diğer direnci de benzer şekilde ölçünüz.

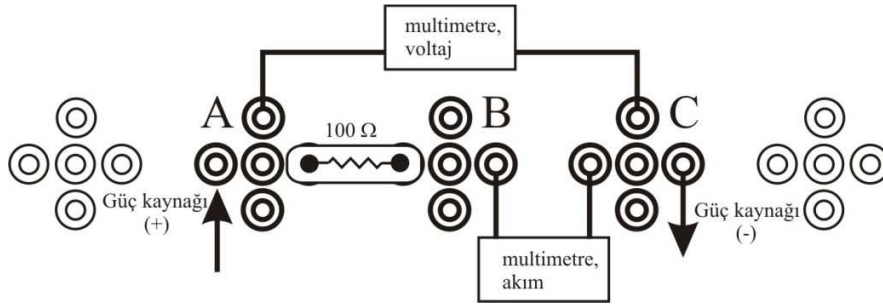


Şekil 6. Direnç ölçümü için multimetrenin bağlanması

Direnç	Multimetreden ölçülen değer
R_1	
R_2	
R_3	

2. Ohm Kanunu yardımıyla direnç bulma

Deney masanızın elektrik anahtarlarını açınız. Şekil 7'deki devreyi kurunuz: **100 Ω** luk direnci devre kurma tahtasına yerleştiriniz. Direnç üzerinden akan akımı ölçebilmek için multimetreyi dirence seri olarak bağlayınız: multimetrenin **A (akım)** portunu devrenin **B** bloğundaki boş bir yere, **COM** portunu **C** bloğundaki boş bir yere takınız, doğru akım ölçümü yapmak için kontrol anahtarını **A-** kısmına çeviriniz ve "**200m**" kademesine getiriniz, multimetreyi açınız. Güç kaynağının DC çıkışına iki kablo takınız, (+) ucunu devrenin **A** bloğuna, (-) ucunu devrenin **C** bloğuna takınız. Başka bir multimetre alınız, direncin kollarındaki voltajı ölçmek için paralel bağlayınız: multimetrenin **V/ Ω** portunu devrenin **A** bloğundaki boş bir yere, **COM** portunu **C** bloğundaki boş bir yere takınız, DC gerilim ölçümü yapmak için kontrol anahtarını **V-** kısmına çeviriniz ve "**20**" kademesine getiriniz, multimetreyi açınız.



Şekil 7. Ohm kanunu için devre şeması

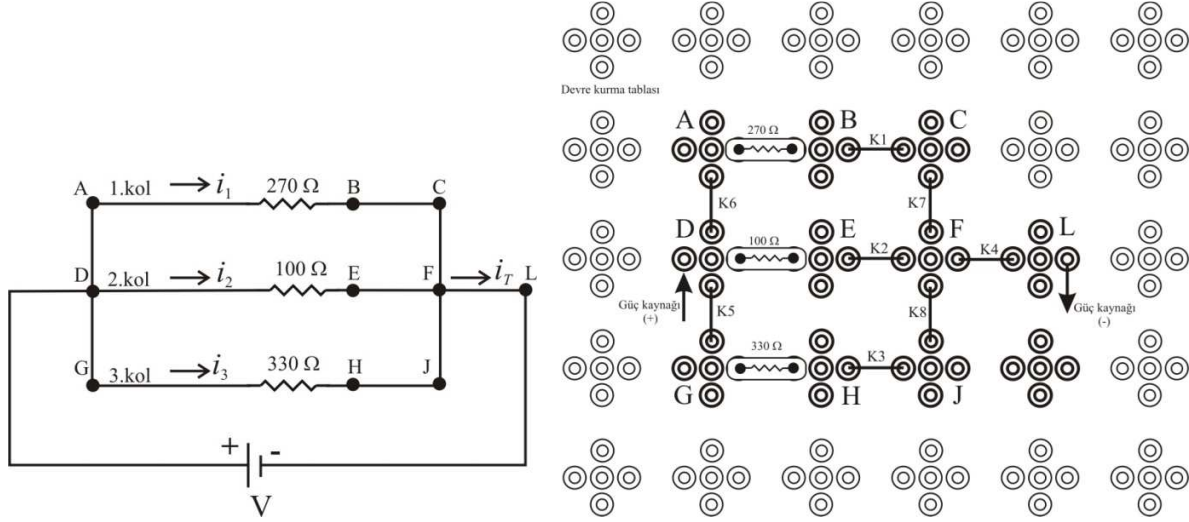
a) Güç kaynağının fişini takınız ve güç kaynağını açınız, kontrol anahtarını sırasıyla 2, 4, 6, 8, 10V kademelerine getirerek multimetrelerden akım ve voltaj değerlerini okuyunuz, Tabloya kaydediniz.

Güç kaynağının kademesi	Direnç üzerindeki voltaj, V(volt)	Dirençten geçen akım, I (mA)
2		
4		
6		
8		
10		

b) Voltaj değerleri x -ekseninde, akım değerleri y -ekseninde olmak üzere akım-voltaj grafiğini çiziniz ve eğimini hesaplayınız. OHM kanunundan $R=V/I$, yani $R=1/\text{eğim}$ 'den kullandığınız direncin değerini hesaplayınız ve ideal değeri olan **100 Ω** ile karşılaştırınız.

3. Paralel Bağlı Devre

Şekil 8'deki devreyi kurunuz. K1, K2,...,K8 kablolarını takınız. Güç kaynağının DC çıkışına iki kablo takınız, (+) ucunu devrenin **D** bloğuna, (-) ucunu devrenin **L** bloğuna takınız. Güç kaynağının kontrol anahtarını **8V** kademesine getiriniz ve güç kaynağını açınız.



Şekil 8. Paralel bağlı devre

a) Bir multimetre alınız, kontrol anahtarını **A-** kısmına çeviriniz, "**200m**" kademesine getiriniz ve açınız. **270Ω**'luk direncin bulunduğu 1.koldan geçen akımı ölçmek için K1 kablosunu çıkarınız, multimetrenin **COM** portunu devrenin **C** bloğuna, **A** portunu da devrenin **B** bloğuna takınız. Akımı ölçüp, kaydediniz.

$$I_1 = \dots$$

b) Multimetreyi sökünüz, K1 kablosunu yerine takınız. **100Ω**'luk direncin bulunduğu 2.koldan geçen akımı ölçmek için K2 kablosunu çıkarınız, multimetrenin **COM** portunu devrenin **F** bloğuna, **A** portunu da devrenin **E** bloğuna takınız. Akımı ölçüp, kaydediniz.

$$I_2 = \dots$$

c) Multimetreyi sökünüz, K2 kablosunu yerine takınız. **330Ω**'luk direncin bulunduğu 3.koldan geçen akımı ölçmek için K3 kablosunu çıkarınız, multimetrenin **COM** portunu devrenin **J** bloğuna, **A** portunu da devrenin **H** bloğuna takınız. Akımı ölçüp, kaydediniz.

$$I_3 = \dots$$

d) Multimetreyi sökünüz, K3 kablosunu yerine takınız. **Ana** koldan geçen akımı ölçmek için K4 kablosunu çıkarınız, multimetrenin **COM** portunu devrenin **L** bloğuna, **A** portunu da devrenin **F** bloğuna takınız. Akımı ölçüp, kaydediniz.

$$I_T = \dots$$

e) $I_T = I_1 + I_2 + I_3$ oluyor mu?, sonucunuzu yorumlayınız.

Deney 5. Ohm Kanunu (Elektrik ve Manyetizma)

f) Multimetreyi sökünüz, K4 kablosunu yerine takınız. Multimetrenin kontrol anahtarını **V-** kısmına çeviriniz ve "**20**" kademesine getiriniz. **COM** portunu devrenin **L** bloğuna takınız. **V/Ω** portunu sırasıyla devrenin **A** bloğuna takarak 1.kolun voltajını (V_1), **D** bloğuna takarak 2. kolun voltajını (V_1), **G** bloğuna takarak 3.kolun voltajını (V_1) ölçünüz. Değerlerinizi kaydediniz.

$$V_1=....$$

$$V_2=....$$

$$V_3=....$$

g) Paralel kollardaki voltajlar eşit oluyor mu?, sonucunuzu yorumlayınız.

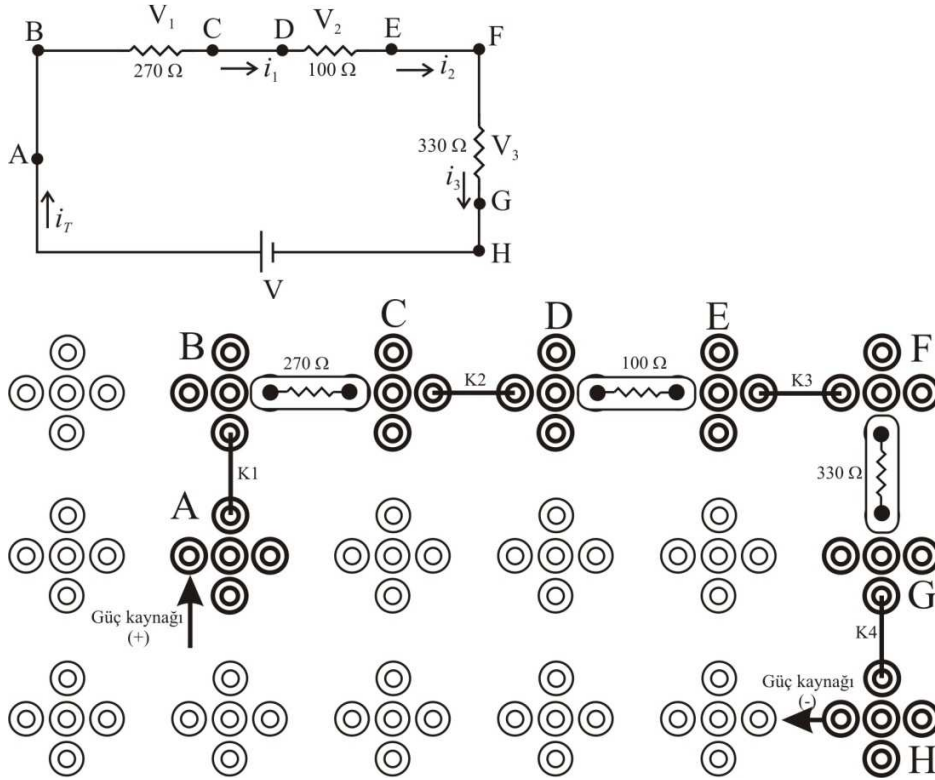
h) Güç kaynağını kapatınız ve bağlantılarını sökünüz. Multimetreyi alınız ve kontrol anahtarını **Ω** kısmına çeviriniz ve "**200**" kademesine getiriniz. **COM** portunu devrenin **L** bloğuna, **V/Ω** portunu devrenin **D** bloğuna takarak, devrenin eşdeğer direncini ölçünüz ve kaydediniz.

$1/R_{eş} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$ ifadesi yardımıyla devrenin eşdeğer direncini teorik olarak hesaplayınız ve ölçtüğünüz değerle karşılaştırınız.

j) $I_T = V_T/R_{eş} = V_1/R_{eş}$ bağıntısı yardımıyla ana koldan geçen akımı hesaplayınız, d) kısmında ölçtüğünüz değerle karşılaştırınız.

4. Seri Bağlı Devre

Şekil 9'daki devreyi kurunuz. Güç kaynağının DC çıkışına iki kablo takınız, (+) ucunu devrenin **A** bloğuna, (-) ucunu devrenin **H** bloğuna takınız. Güç kaynağının kontrol anahtarını **8V** kademesine getiriniz ve güç kaynağını açınız.



Şekil 9. Seri bağlı devre

Deney 5. Ohm Kanunu (Elektrik ve Manyetizma)

a) Bir multimetre alınız, kontrol anahtarını **A-** kısmına çeviriniz, "**200m**" kademesine getiriniz ve açınız. Ana koldan geçen akımı ölçmek için K1 kablosunu çıkarınız, multimetrenin **COM** portunu devrenin **B** bloğuna, **A** portunu da devrenin **A** bloğuna takınız. Akımı ölçüp, kaydediniz.

$$I_T = \dots$$

b) Multimetreyi sökünüz, K1 kablosunu yerine takınız. **270Ω**'luk dirençten geçen akımı ölçmek için K2 kablosunu çıkarınız, multimetrenin **COM** portunu devrenin **D** bloğuna, **A** portunu da devrenin **C** bloğuna takınız. Akımı ölçüp, kaydediniz.

$$I_1 = \dots$$

c) Multimetreyi sökünüz, K2 kablosunu yerine takınız. **100Ω**'luk dirençten geçen akımı ölçmek için K3 kablosunu çıkarınız, multimetrenin **COM** portunu devrenin **F** bloğuna, **A** portunu da devrenin **E** bloğuna takınız. Akımı ölçüp, kaydediniz.

$$I_2 = \dots$$

d) Multimetreyi sökünüz, K3 kablosunu yerine takınız. **330Ω**'luk dirençten geçen akımı ölçmek için K4 kablosunu çıkarınız, multimetrenin **COM** portunu devrenin **H** bloğuna, **A** portunu da devrenin **G** bloğuna takınız. Akımı ölçüp, kaydediniz.

$$I_3 = \dots$$

e) $I_T = I_1 = I_2 = I_3$ oluyor mu?, sonucunuzu yorumlayınız.

f) Multimetreyi sökünüz, K4 kablosunu yerine takınız. Multimetrenin kontrol anahtarını **V-** kısmına çeviriniz ve "**20**" kademesine getiriniz. **COM** portunu devrenin **H** bloğuna, **V/Ω** portunu devrenin **A** bloğuna takarak devrenin toplam voltajını (V_T) ölçünüz ve kaydediniz.

$$V_T = \dots$$

g) Multimetreyi sökünüz. **COM** portunu devrenin **C** bloğuna, **V/Ω** portunu devrenin **B** bloğuna takarak **270Ω**'luk direnç üzerindeki voltajı (V_1) ölçünüz ve kaydediniz.

$$V_1 = \dots$$

h) Multimetreyi sökünüz. **COM** portunu devrenin **E** bloğuna, **V/Ω** portunu devrenin **D** bloğuna takarak **100Ω**'luk direnç üzerindeki voltajı (V_2) ölçünüz ve kaydediniz.

$$V_2 = \dots$$

j) Multimetreyi sökünüz. **COM** portunu devrenin **G** bloğuna, **V/Ω** portunu devrenin **F** bloğuna takarak **330Ω**'luk direnç üzerindeki voltajı (V_3) ölçünüz ve kaydediniz.

$$V_3 = \dots$$

k) $V_T = V_1 + V_2 + V_3$ oluyor mu?, sonucunuzu yorumlayınız.

l) Güç kaynağını kapatınız ve bağlantılarını sökünüz. Multimetreyi alınız ve kontrol anahtarını **Ω** kısmına çeviriniz ve "**200**" kademesine getiriniz. **COM** portunu devrenin **H** bloğuna, **V/Ω** portunu devrenin **A** portuna takarak, devrenin eşdeğer direncini ölçünüz ve kaydediniz.

$R_{es} = R_1 + R_2 + R_3$ ifadesi yardımıyla devrenin eşdeğer direncini teorik olarak hesaplayınız ve ölçtüğünüz değerle karşılaştırınız.

Ölçümlemleriniz bittiğinde açık olan multimetreleri ve masanın elektrik anahtarlarını kapatınız.

j) $I_T = V_T / R_{eş}$ bağıntısı yardımıyla ana koldan geçen akımı hesaplayınız, **a)** kısmında ölçtüğünüz değerle karşılaştırınız.

Deney masanızı ve sandalyeleri düzgün bir şekilde bırakarak laboratuvarıdan çıkınız.

DENEY-6

ALTERNATİF AKIM FREKANSININ BULUNMASI

Deneyin Amacı: Manyetik alan içinde iletken tele etkiyen kuvvetin özelliklerini incelemek, rezonans yardımıyla alternatif akımın frekansını bulmak.

Teorik Bilgi:

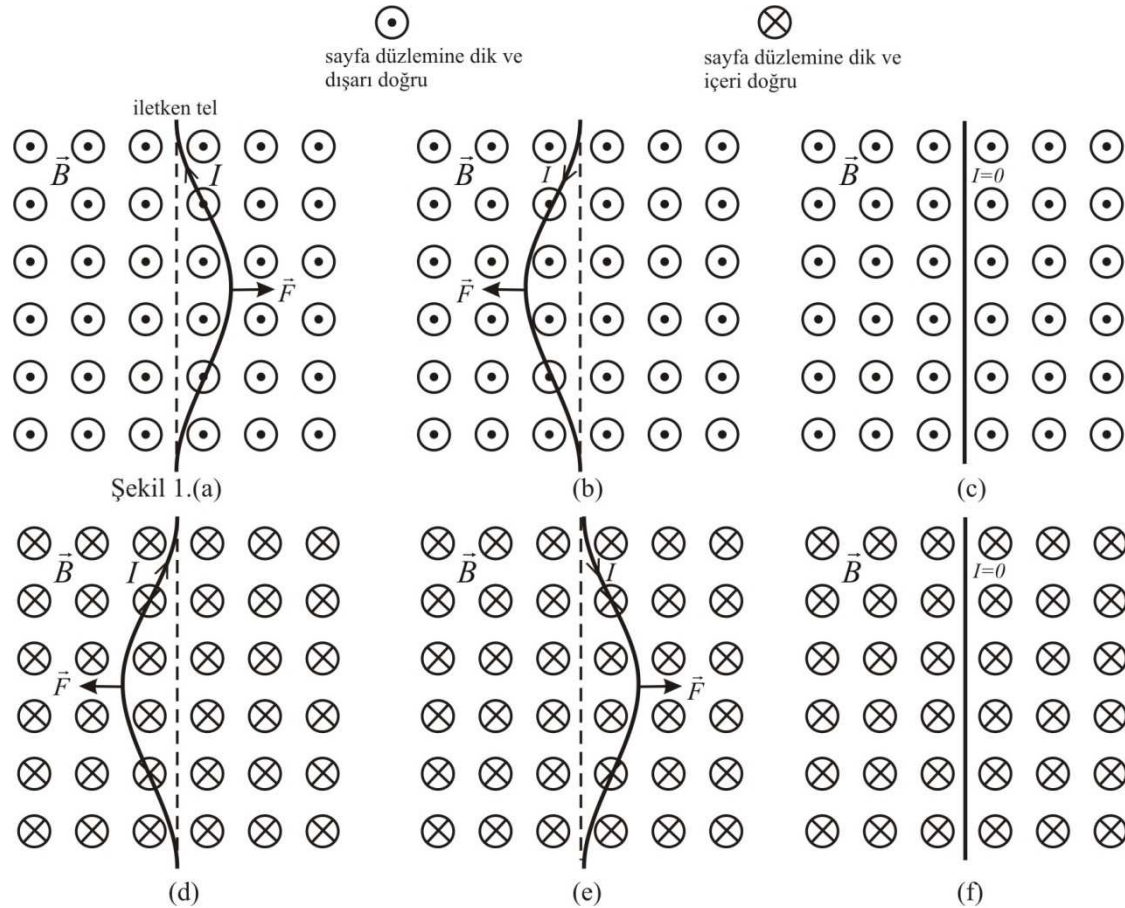
Doğru akım (DC), alternatif akım (AC), frekans ve periyot için kitapçığınızın “*Temel Kavramlar*” kısmına bakınız.

Akım taşıyan tele etkiyen manyetik kuvvet:

l uzunluklu, üzerinden kararlı I akımı geçen bir tel \vec{B} manyetik alanı içine konulduğunda, tele

$$\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B})$$

kuvveti etki eder (\vec{l} , I akımı yönünde bir vektördür) ve böylece Şekil 1.(a)-(f)’de verilen davranışlardan biri ortaya çıkar.

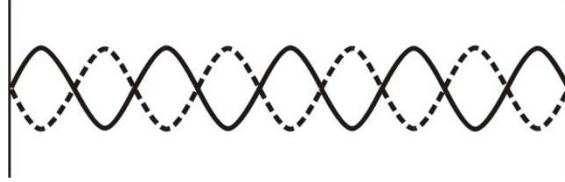


(a) ve (e) Akım yukarı yönde ve manyetik alan dışı doğru ise, akım aşağı yönde ve manyetik alan içeri doğru ise kuvvet sağa doğrudur, bu nedenle tel sağa sapar.

(b) ve (d) Akım aşağı yönde ve manyetik alan dışı doğru ise, akım yukarı yönde ve manyetik alan içeri doğru ise kuvvet sola doğrudur, bu nedenle tel sola sapar.

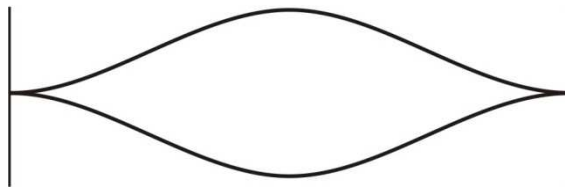
(c) ve (f) Akım sıfırsa, tele etkiyen kuvvet sıfırdır.

Eğer telden geçen akım alternatif akımsa, yani zamanla periyodik bir değişim gösteriyorsa, tel Şekil 1.a,b'nin bileşkesi olan bir davranış sergileyecek ve titreşim hareketi yapacaktır (Şekil 2). Teli geren kuvvet yeterince küçükse tel üzerinde düğümler oluşacak ve Şekil 2'deki gibi bir titreşim deseni ortaya çıkacaktır.



Şekil 2. Keyfi bir kuvvet durumunda telin titreşimi.

Bununla birlikte, teli geren kuvvetin frekansı ile telden geçen akımın frekansı aynı olduğunda tel rezonansa gelir ve maksimum genlikle titreşmeye başlar, Şekil 3'teki gibi bir titreşim deseni ortaya çıkar.



Şekil 3. Rezonans durumunda telin titreşimi.

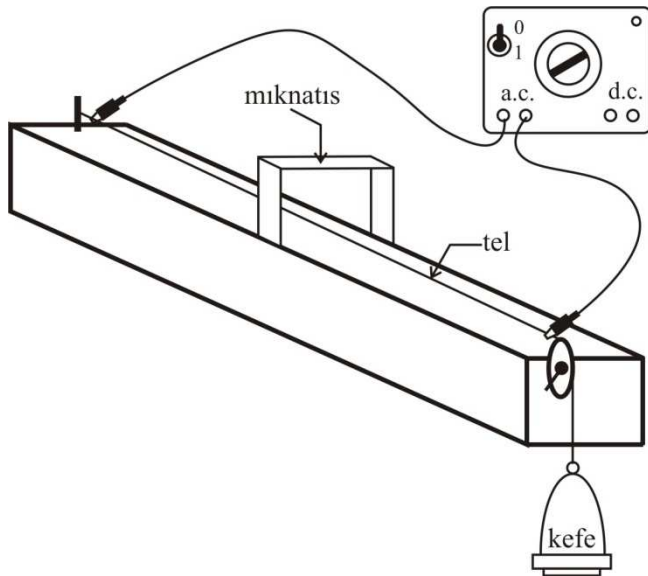
Bu durumda, telin titreşim frekansı

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (1)$$

denklemleriyle verilir. Burada, l telin titreşen kısmının uzunluğu, F teli geren kuvvet, μ telin birim uzunluğunun kütlesidir. **μ katsayısı bilinen bir tel için l uzunluğu ve F kuvveti deneyden belirlenebilir. Böylece (1) denklemi yardımıyla telden geçen alternatif akımın frekansı bulunabilir.**

Deneyin Yapılışı:

Şekil 4'teki düzeneği kurunuz. Voltaj anahtarını 2V kısmına getirdikten sonra güç kaynağını açınız.



Şekil 4. Deney düzeneği.

a) Kefeye küçük kütleler (10 g, 20 g gibi) koyarak telin titreşimini gözleyiniz. Şekil 2'deki gibi tel üzerinde küçük genlikli birden fazla düğümün oluştuğunu göreceksiniz. Kefeye kütleleri sırasıyla koyarak, teli rezonansa getiriniz, yani, en büyük genliğe sahip titreşimi elde ediniz (Şekil 3'teki gibi). Kütle artışlarında, mümkün olduğunca küçük kütleleri kullanınız. Büyük bir kütle koyduğunuzda tel rezonansa gelmeyecek ve titreşim yapamadığından dolayı kopacaktır.

b) Rezonans durumu elde edildiğinde telin titreşen kısmının uzunluğunu (l) ölçünüz, telin ucuna takılan toplam kütleyi (**m=kefenin kütlesi+konulan kütleler**) belirleyiniz ve aşağıdaki Tabloya kaydediniz. Buradan, $g=9.8 \text{ m/s}^2$ olarak teli geren $F = mg$ kuvvetini hesaplayınız. (1) denklemi yardımıyla alternatif akımın frekansını bulunuz, değerlerinizi Tabloya kaydediniz.

l (cm)	Kefedeki kütle	Toplam kütle, $m = m_{kefe} + m_{konulan}$	Teli geren kuvvet, $F_n = m_n g$	Frekans, $f_n = \frac{1}{2l_n} \sqrt{\frac{F_n}{\mu}}$
l_1	m_{K1}	m_1	F_1	f_1
l_2	m_{K2}	m_2	F_2	f_2
l_3	m_{K3}	m_3	F_3	f_3
l_4	m_{K4}	m_4	F_4	f_4
l_{top}		m_{top}		
l_{ort}		m_{ort}		

Kefedeki kütleleri boşaltınız ve teli tekrardan rezonansa getiriniz. Telin titreşen kısmının uzunluğunu (l) ölçünüz, telin ucuna takılan toplam kütleyi belirleyiniz Tabloya kaydediniz. Bu şekilde, kefeyi boşaltıp teli tekrar rezonansa getirerek iki ölçüm daha alınız ve değerlerinizi Tabloya kaydediniz.

Ölçümlemlerinizi bittiğinde güç kaynağını ve masanın elektrik anahtarlarını kapatınız.

c) Yaptığınız dört ölçüm üzerinden telin ortalama uzunluğunu (l_{ort}), teli rezonansa getiren ortalama kütleyi (m_{ort}) hesaplayınız, Tabloya kaydediniz. Bu değerleri,

$$F_{ort} = m_{ort} g$$

$$f_{ort} = \frac{1}{2l_{ort}} \sqrt{\frac{F_{ort}}{\mu}}$$

ifadelerinde yerine yazarak ortalama frekansı hesaplayınız ve kaydediniz.

$$f_{ort} = \dots$$

d) Şebeke akımının frekansı 50 Hz olduğuna göre, sonucunuzu karşılaştırınız.

Deney masanızı ve sandalyeleri düzgün bir şekilde bırakarak laboratuvarıdan çıkınız.

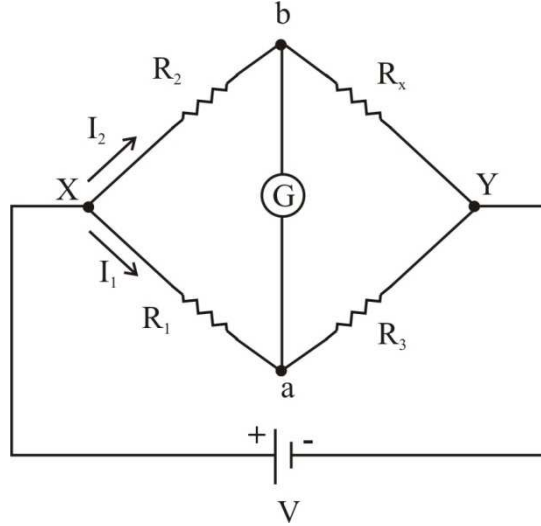
DENEY-7

WHEATSTONE KÖPRÜSÜ

Deneyin Amacı: Wheatstone köprüsü yardımı ile bilinmeyen bir direncin değerini belirlemek.

Teori

Wheatstone Köprüsü



Şekil 1. Wheatstone köprüsü

Şekil 1’de gösterilen Wheatstone köprüsü, R_x bilinmeyen direnç, R_1, R_2 ve R_3 bilinen dirençler, bir galvanometre ve bir güç kaynağından oluşur. Çalışma prensibi oldukça basittir. R_1 direnci, galvanometre (hassas ampermetre) sıfır akım değeri gösterene kadar değiştirilir, akım sıfır olduğunda “köprü dengededir” denir ve karşılıklı devre kollarının potansiyel farkları birbirine eşit olur:

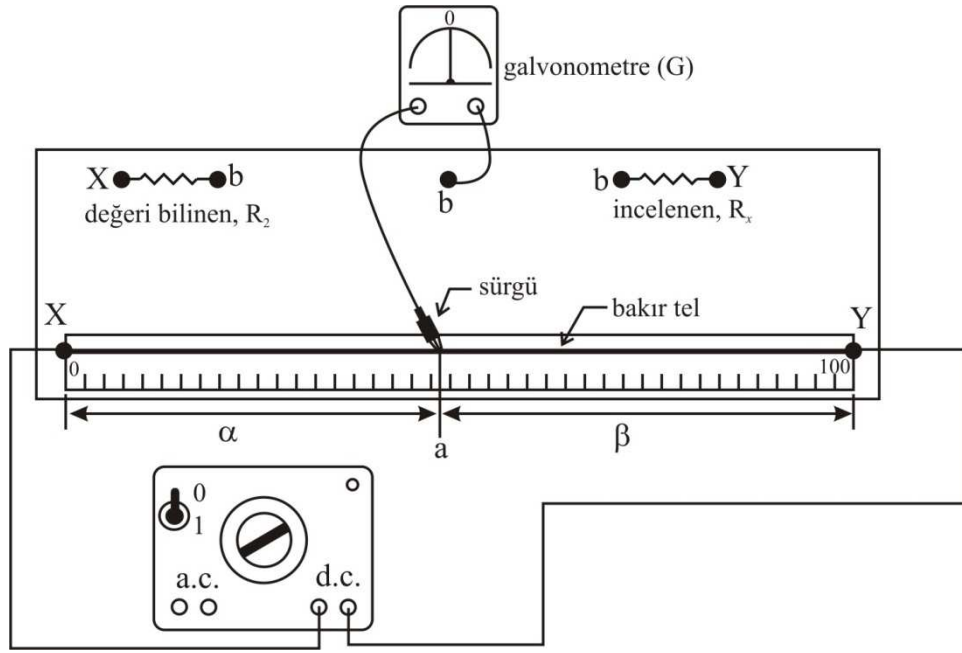
$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$I_1 R_3 = I_2 R_x$$

Bu iki denklemden bilinmeyen direnç, $R_x = R_2(R_3/R_1)$ olarak bulunur. Pratikte veya uygulamada galvanometredeki akımı sıfır yapacak direnç setleri oluşturmak zor olabilir. Bu nedenle, iletken bir telin uzunluğuyla orantılı bir dirence sahip olduğu bilgisinden yararlanarak, özel seçimli R dirençleri yerine iletken tel kullanılabilir. Wheatstone köprüsünün bu haline “telli köprü” denir (Şekil 2). 1m uzunluğundaki bakır tel, üzerinde hareket eden sürgü yardımıyla iki parçaya bölünür. Sağ taraftaki kısım (β) R_3 direncine, sol taraftaki kısım (α) R_1 direncine karşılık gelir. ρ telin öz direnci, A kesit alanı olmak üzere, $R_3 = \rho \beta / A$ ve $R_1 = \rho \alpha / A$ dır. R_3/R_1 oranı β/α ’ya eşit olur. Sürgü tel üzerinde hareket ettirilerek köprü dengeye geldiğinde bilinmeyen direnç,

$$R_x = R_2(\beta/\alpha) \quad (1)$$

ifadesiyle hesaplanabilir.



Şekil 2. Telli köprü.

Deneyin Yapılışı:

1. Deney kitapçığınızın *Temel Kavramlar* bölümünde verilen “*Renk kodları yardımıyla direnç okuma*” kısmında verilen bilgilerden yararlanarak, R_2 direncini ve R_x direncini değerleri birbirine yakın olacak şekilde seçiniz. Değerlerinizi kaydediniz.

$R_2 = \dots\dots\dots$

$R_x = \dots\dots\dots$

2. Telli köprü düzeneğini Şekil 2’deki gibi kurunuz. R_2 direncini ve R_x direncini bağlayınız. Güç kaynağını **4V** skalasına getirdikten sonra açınız. Galvanometre hassas akım ölçen ayardır. Düzenekte onun yerine miliampermetre (mA) kullanılacaktır.

3. Sürgüyü telin orta noktasından başlayarak her iki tarafa götürerek galvanometreden geçen akımı kontrol ediniz, bu şekilde akımın sıfır olduğu noktayı bulunuz, α ve β uzunluklarını belirleyiniz. R_2 ve R_x ’i değiştirmeden, bu işlemi beş kez tekrarlayınız ve ölçümlerinizi aşağıdaki Tabloya kaydediniz.

$R_2 =$			
Ölçüm	α (cm)	Ölçüm	β (cm)
α_1		β_1	
α_2		β_2	
α_3		β_3	
α_4		β_4	
α_5		β_5	
Toplam		Toplam	
$\alpha_{ort} = \text{Toplam}/5$		$\beta_{ort} = \text{Toplam}/5$	

Ölçümünüz bittiğinde güç kaynağını kapatınız.

α ve β ’nin ortalamalarını hesaplayınız.

4. $R_x = R_2(\beta_{ort}/\alpha_{ort})$ denklemi yardımıyla bilinmeyen direncin değerini bulunuz.

5. Seçeceğiniz başka bir R_2 direnci için yukarıdaki 2-4 adımlarını tekrarlayınız. Ölçümlerinizi aşağıdaki tabloya kaydediniz.

R₂=			
Ölçüm	α (cm)	Ölçüm	β (cm)
α_1		β_1	
α_2		β_2	
α_3		β_3	
α_4		β_4	
α_5		β_5	
Toplam		Toplam	
$\alpha_{ort}=\text{Toplam}/5$		$\beta_{ort}=\text{Toplam}/5$	

$R_x=.....$

Ölçümünüz bittiğinde güç kaynağını ve masanın elektrik anahtarlarını kapatınız.

Deney masanızı ve sandalyeleri düzgün bir şekilde bırakarak laboratuvarıdan çıkınız.

DENEY-8

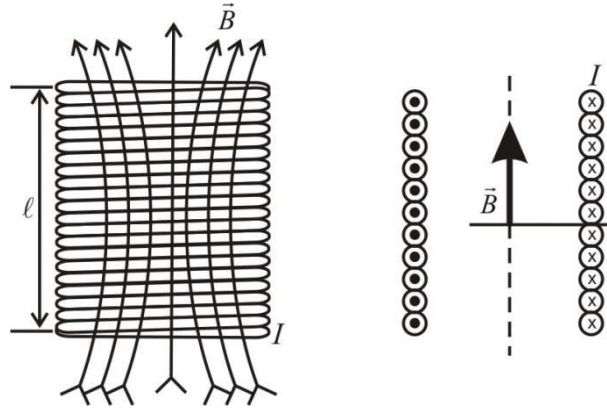
MANYETİK ALAN

Deneyin Amacı: Bir solenoid'in manyetik alanının hesaplanması, uzaklığa bağlı olarak nasıl değiştiğinin incelenmesi.

Teori

Solenoidin manyetik alanı

Solenoid (bobin, kangal, akım makarası), iletken bir telin düzgün bir cisim üzerine belirli bir uzunlukta sıkıca sarılmasıyla elde edilir. Sıkı sarımlı ve yeterince uzun bir solenoidten akım geçirildiğinde, solenoidin içinde hemen hemen düzgün bir manyetik alan oluşur. Bu durumda, her bir sarım bir akım halkası gibi alınabilir ve solenoidin net manyetik alanı tüm bu akım halkalarından kaynaklanan manyetik alanların vektörel toplamı olur (Şekil 1).



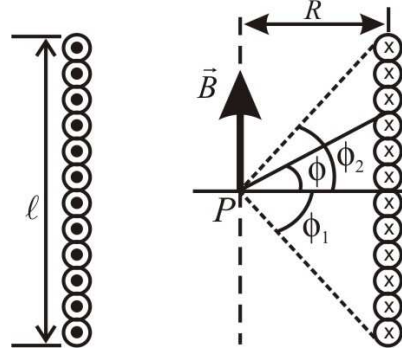
Şekil 1. Solenoidin manyetik alanı

Amper yasası yardımıyla, N sarım sayısı, ℓ uzunluk ve I akım olmak üzere sonsuz uzun solenoid içindeki manyetik alan,

$$B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I = \mu_0 n I \quad (1)$$

ifadesiyle hesaplanır. Görüleceği gibi, solenoidin manyetik alanı sarım sayısı (N), uzunlukla (ℓ) ve üzerinden geçen akımla (I) orantılıdır.

Diğer taraftan, solenoid çok uzun değilse, sınırlı bir uzunluğa sahipse, solenoid içindeki bölgede manyetik alan düzgün değildir ve (1) denklemini kullanarak kolayca hesaplanamaz. Ancak, solenoidin merkez doğrultusu boyunca manyetik alan hemen hemen düzgündür ve hesaplanabilir.

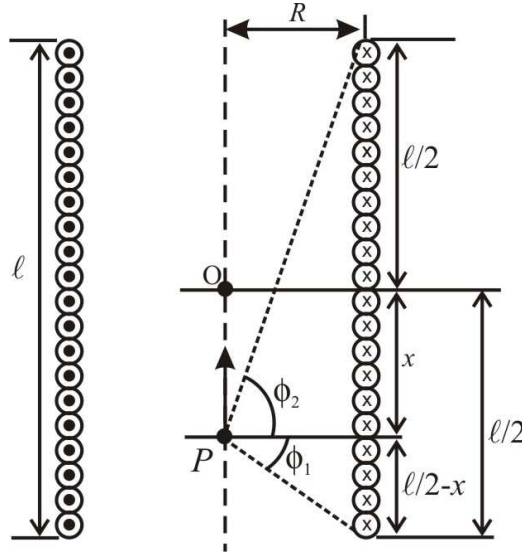


Şekil 2. Sonlu uzunlukta solenoidin ekseninde manyetik alan.

Şekil 2’de gösterilen, ℓ uzunluklu, R yarıçaplı bir solenoid’in eksenı boyunca manyetik alan

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2l} (\sin \phi_2 - \sin \phi_1) \quad (2)$$

bağıntısıyla hesaplanır. Bu bağıntı ayrıca bobinin merkezinden x kadar uzaktaki manyetik alanı hesaplamak için kullanılabilir (Şekil 3).



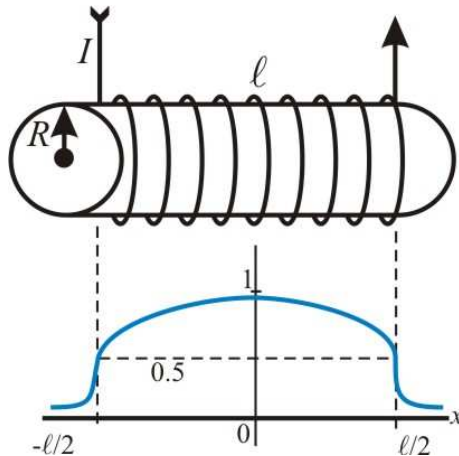
Şekil 3. Sonlu uzunlukta bobinin merkezinden x kadar uzakta manyetik alan.

Şekil 3’ten, $\sin \phi_2 = \frac{x + l/2}{\sqrt{R^2 + (x + l/2)^2}}$ ve $\sin \phi_1 = \frac{l/2 - x}{\sqrt{R^2 + (x - l/2)^2}}$ olduğu görülür. ϕ_2 açısının pozitif

yönde, ϕ_2 açısının negatif yönde olduğu dikkate alınıp, bu ifadeler (2) denkleminde yerine yazılırsa, sonlu ℓ uzunluğuna sahip R yarıçaplı bobinin merkezinden x kadar uzakta manyetik alan

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2l} \left[\frac{x + l/2}{\sqrt{R^2 + (x + l/2)^2}} - \frac{x - l/2}{\sqrt{R^2 + (x - l/2)^2}} \right] \quad (3)$$

olur. Bu ifadeyi daha anlaşılır yapmak amacıyla grafiği Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4. Sonlu uzunlukta bobinin eksenı boyunca manyetik alan

$x=0$ 'da (bobinin merkezinde) manyetik alan maksimumdur, bobinin uçlarına doğru gidildikçe yavaşça azalır. Bobinin uçlarına yaklaştığında ($x=l/2$) manyetik alandaki azalma daha belirgin hale gelir. Ayrıca, bobinin merkezine göre bakıldığında sağ taraftaki ve sol taraftaki manyetik alanlar simetriktr.

Yoklama kangalı

İnce sarımlı, A kesit alanına sahip bir bobin ve bunu tutan bir çubuktan oluşur. Manyetik alan ölçmek için kullanılır ve Faraday indüksiyon kanununa göre çalışır (Faraday indüksiyon kanunu için Deney 9'a bakınız). Yoklama kangalı ile ölçüm yapabilmek için uzaysal bölgedeki manyetik alanın dolayısıyla manyetik akının zamanla değişiyor olması gerekir. Bu deneyde manyetik alanı değiştirmek için bobine alternatif voltaj uygulanır. Şimdi, bobinden geçen akım ve yoklama kangalında indüklenen voltaj arasında bir ilişki kuralım. Basitlik açısından yoklama kangalının bobinin merkezinde ($x=0$ 'da) olduğunu varsayalım. Bu durumda (3) denklemi yardımıyla bobinde oluşan manyetik alan, akımın alternatif voltajdan dolayı $I = I_0 \cos(\omega t)$ formunda olduğu varsayılarak

$$B = \frac{\mu_0 N_{bob} I}{2l} \left[\frac{l/2}{\sqrt{R^2 + (l/2)^2}} + \frac{l/2}{\sqrt{R^2 + (l/2)^2}} \right] = \frac{\mu_0}{2\sqrt{R^2 + (l/2)^2}} N_{bob} I_0 \cos(\omega t) \quad (4)$$

olur (N_{bob} , bobinin sarım sayısı). Bu zamanla değişen manyetik alanın n_{yok} sarımlı ve A kesit alanlı yoklama kangalında indüklediği voltaj, Faraday indüksiyon kanunu yardımıyla

$$\mathcal{E} = V = -n_{yok} \frac{d\Phi_m}{dt} = -n_{yok} \frac{d}{dt}(BA)$$

dır. (5) denklemindeki manyetik alan burada yerine yazılırsa ve türev işlemi yapılırsa,

$$\mathcal{E} = -n_{yok} \frac{d}{dt}(BA) = -n_{yok} \frac{\mu_0}{2\sqrt{R^2 + (l/2)^2}} N_{bob} I_0 A \frac{1}{\omega} \sin(\omega t) = \alpha I_0 \sin(\omega t) \quad (5)$$

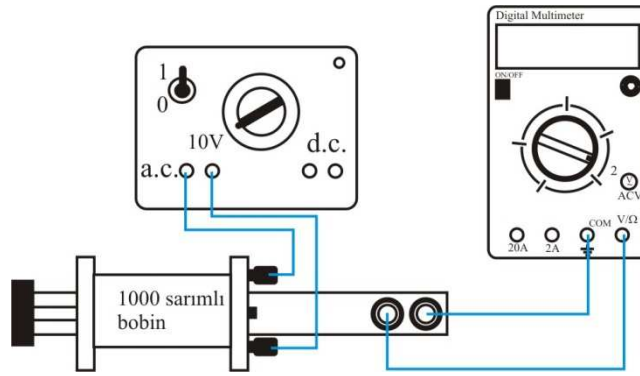
elde edilir. Burada, ifadenin daha kolay incelenmesi açısından bazı sabitler birleştirilerek α ile gösterilmiştir ve

$$\alpha = -n_{yok} N_{bob} A \frac{\mu_0}{2\sqrt{R^2 + (l/2)^2}} \frac{1}{\omega} \quad (6)$$

dır. (5) denkleminde, indüksiyon voltajının çok sayıda parametreye aynı anda bağlı olduğu, özel ilgi olarak, bobinden geçen akımla doğru orantılı olduğu görülür. Bununla birlikte, $\sin(\omega t)$ çarpanından dolayı, indüksiyon voltajı da alternatif karakterdedir.

Deneyin Yapılışı

1. Şekil 6'daki düzeneği kurunuz: Güç kaynağının ayar düğmesini **10V**'a getiriniz, alternatif voltaj çıkışını **1000** sarımlık bobinin uçlarına bağlayınız. Multimetreyi alternatif voltaj ölçecek şekilde ayarlayınız ve yoklama kangalını multimetreye bağlayınız.



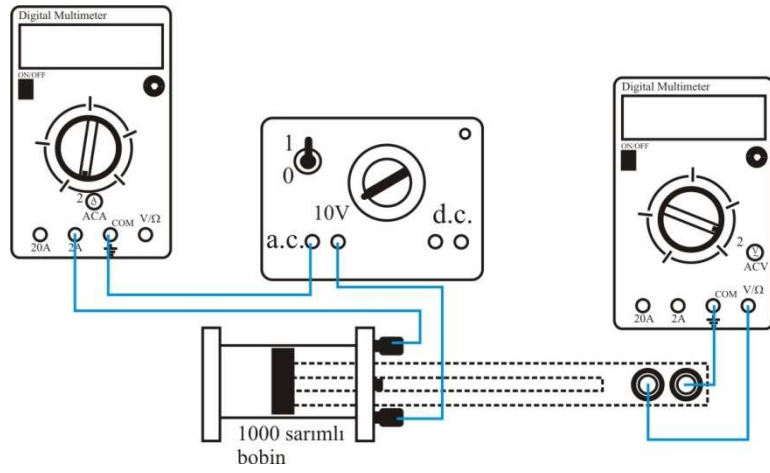
Şekil 6. Tek bir bobinin manyetik alanının incelenmesi

Yoklama kancasını bobinin içinden geçirin ve bobinin **2cm** dışından başlayarak 0.5 cm aralıklarla multimetreden voltaj değerini ölçünüz ve aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Mesafe (cm)	Voltaj (Volt)	Mesafe (cm)	Voltaj (Volt)
0.0		5.0	
0.5		5.5	
1.0		6.0	
1.5		6.5	
2.0		7.0	
2.5		7.5	
3.0		8.0	
3.5		8.5	
4.0		9.0	
4.5			

Mesafeyi x -ksenine, voltajı y -ksenine yerleştirerek, **mesafe-voltaj** grafiğini çizin ve yorumlayınız. Teori kısmındaki Şekil 4 ile karşılaştırınız.

b) Şekil 7'deki düzeneği kurunuz: Yoklama kancasını bobinin merkezine yerleştiriniz. İkinci bir multimetreyi alternatif akım ölçecek şekilde bobine bağlayınız. Yoklama kancasını hareket ettirmeden, bobinin merkezinde sabit tutarak, güç kaynağının 2, 4, 6, 8 ve 10 V kademelerinde bobinden geçen akımı (I_0) ve yoklama kancasında indüklenen voltajı (ϵ) ölçünüz, değerlerinizi aşağıdaki tabloya kaydediniz.



Şekil 7. Bobinin merkezinde manyetik alan

Güç kaynağı	I_0	ε
2		
4		
6		
8		
10		

I_0 değerleri x -ekseninde, ε değerleri y -ekseninde olmak üzere akım-indüksiyon voltajı grafiğini çiziniz. (5)
denklemleri yardımıyla sonucunuzu yorumlayınız ve grafikten α orantı katsayısını hesaplayınız.

DENEY-9

FARADAY İNDÜKSİYON KANUNU

Deneyin Amacı: İki bobin yardımıyla Faraday indüksiyon kanunu'nu incelemek, transformatörün çalışma prensibini öğrenmek.

Teori

Manyetik akı, manyetik alan vektörünün yüzey üzerinden alınan integrali olarak tanımlanır:

$$\Phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int |\vec{B}| \cdot |d\vec{A}| \cdot \cos \theta$$

Görüleceği gibi skaler çarpım içeren bir ifadedir. Bu nedenle, manyetik alan yüzeye paralel olduğunda ($\theta=90^\circ$) akı sıfır olur, aksine manyetik alan yüzeye dik olduğunda ($\theta=0^\circ$) maksimum değerini alır. Bununla birlikte, akının hesaplandığı yüzey düzgünse ve manyetik alan yüzeyin her yerinde sabitse, A yüzeyinden geçen akı,

$$\Phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

olur. Akı yüzeyden geçen manyetik alanın büyüklüğüne, cismin yüzey alanına ve manyetik alan vektörünün yüzeyle yaptığı açıya bağlıdır. Bu üç nicelikten birinin veya birkaçının bağımsız olarak değişmesi akının değişmesine sebep olacaktır. Bir uzaysal bölgede bu üç nedenden dolayı manyetik alan zamanla değişiyorsa, bu bölgeye giren bir iletkende indüksiyon emk'sı oluşur.

"Bir devrede indüklenen emk (voltaj), devreden geçen manyetik akının (Φ_m) zamana göre değişimiyle orantılıdır" ifadesine **Faraday indüksiyon kanunu** denir ve

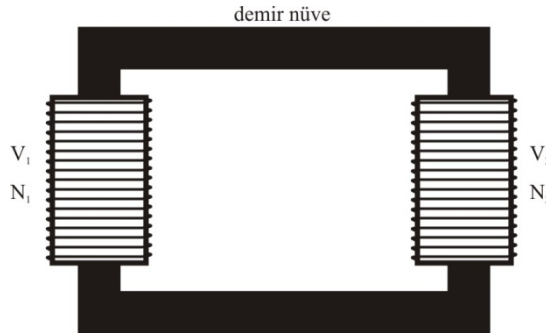
$$\mathcal{E} = V = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

şeklinde yazılır. Eğer manyetik akı N sarımlı bir bobinden geçiyorsa bu ifade

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi_m}{dt}$$

olur. Görüleceği gibi, indüksiyon emk'sının oluşabilmesi için devreden/bobinden geçen manyetik akının zamanla değişim göstermesi gerekir, akı değişmiyorsa, zamanla sabit kalıyorsa indüksiyon emk'sı oluşmaz.

Transformatör, demir bir nüvenin içine karşılıklı olarak yerleştirilmiş iki bobinden oluşur (Şekil 1) ve Faraday indüksiyon kanununa göre çalışır.



Şekil 1. Demir nüveli transformatör

N_1 sarımlı birincil bobine alternatif voltaj uygulandığında, bobinin uçları arasında oluşan voltaj,

$$V_1 = -N_1 \frac{d\Phi_m}{dt} \quad (1)$$

dır. Demir nüvede bir akı kaçağı yoksa, birincil bobinin ürettiği bu akı tamamen ikincil bobine taşınır ve N_2 sarımlı bobinde indüklenen voltaj,

$$V_2 = -N_2 \frac{d\Phi_m}{dt} \quad (2)$$

dır. Her iki bobin için $d\Phi_m/dt$ aynı olduğundan, (1) ve (2) denklemlerinden,

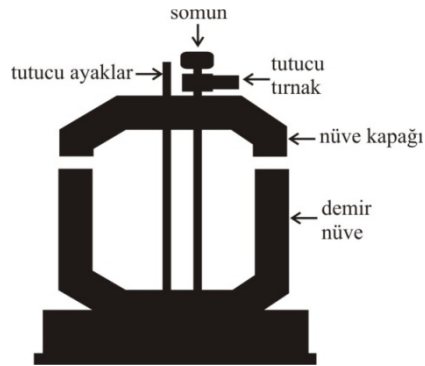
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (3)$$

elde edilir. Bu ifadeden pratik olarak şu iki sonuca ulaşılır:

- 1) N_2, N_1 'den büyük olduğunda V_2 çıkış voltajı V_1 'den büyük olur ve transformatör **yükseltici** görevi yapar.
- 2) N_2, N_1 'den küçük olduğunda V_2 çıkış voltajı V_1 'den küçük olur ve transformatör **alçaltıcı** görevi yapar.

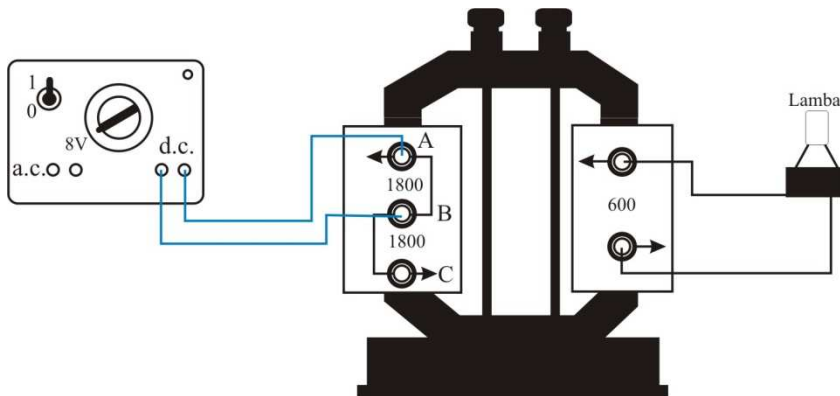
Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 2'ye bakınız. Tutucu ayakların ucundaki somunları sökünüz ve tutucu tırnakları çıkartınız, nüve kapağını kaldırınız. (1800+1800) sarımlı bobini demir nüvenin sol tarafına, 600 sarımlı bobini de sağ tarafına kablo takma kısımları size bakacak şekilde yerleştiriniz. Nüve kapağını yerine koyunuz, tutucu tırnakları takınız ve somunları yavaşça sıkınız.



Şekil 2. Bobinlerin yerleştirilmesi

a) Şekil 3'teki deney düzeneğini kurunuz. Deney masasının elektrik anahtarlarını açınız (1 konumuna getiriniz).

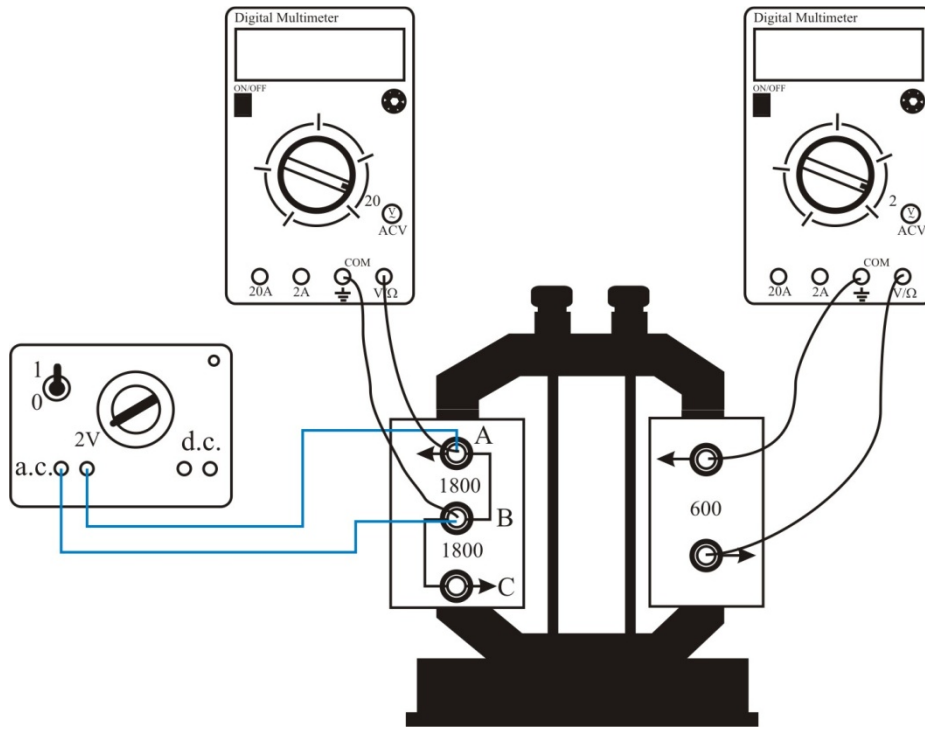


Şekil 3.

Güç kaynağının ayar düğmesini **8V** konumuna getiriniz ve DC voltaj çıkışını sol taraftaki bobine bağlayınız. Lambayı sağ taraftaki bobine bağlayınız. Fişini taktıktan sonra güç kaynağını açınız. Lamba yanıyor mu? gözleminizi yorumlayınız.

b) Güç kaynağının ayar düğmesine dokunmadan DC voltaj çıkışındaki kabloları sökünüz ve alternatif voltaj çıkışlarına takınız. Lamba yanıyor mu? gözleminizi yorumlayınız.

c) Şekil 4'teki devreyi kurunuz. Güç kaynağını **2V** kademesine getiriniz. İki adet multimetre alınız ve kontrol anahtarlarını alternatif voltaj ölçmek amacıyla **V~** kısmına çeviriniz. Multimetrelerden birini voltaj kademesi **20 V** olacak şekilde sol taraftaki bobine, diğerini de voltaj kademesi **2V** olacak şekilde sağ taraftaki bobine bağlayınız ve açınız.



Şekil 4. Deney düzeneği

Güç kaynağının bağlı olduğu tarafın voltajı V_1 , sarım sayısı N_1 ve diğer tarafın voltajı V_2 , sarım sayısı N_2 olmak üzere, multimetrelerden voltaj değerlerini okuyunuz, aşağıdaki Tabloya kaydediniz.

d) Sol taraftaki bobinin **B** portunda bağlı olan kabloları söküp **C** portuna takarak sarım sayısını 3600 yapınız. Multimetrelerden voltaj değerlerini okuyunuz ve Tabloya kaydediniz. Güç kaynağını kapatınız.

e) Sol taraf bağlantılarıyla birlikte aynı kalmak üzere, sağ taraftaki bobini üstteki tutma somunlarını sökerek demir nüveden çıkarınız ve yerine **12000** sarımlı bobini yerleştiriniz, multimetreyi voltaj kademesi 20V olacak şekilde önceki gibi bağlayınız. Güç kaynağını açınız. Multimetrelerden voltaj değerlerini okuyunuz ve Tabloya kaydediniz.

Deneyiniz bittiğinde ölçüm aletlerini, güç kaynağını ve masanın elektrik şalterlerini kapatınız.

Deney 9. Faraday İndüksiyon Kanunu (Elektrik ve Manyetizma)

Ölçüm	N_1	V_1 (volt)	N_2	V_2 (volt)	V_1/N_1	V_2/N_2
a	1800		600			
b	3600		600			
c	3600		12000			

f) Her bir ölçüm için V_1/N_1 ve V_2/N_2 oranlarını hesaplayıp, tabloya kaydediniz. Bu iki oran birbirine eşit oluyor mu? Sonuçlarınızı yorumlayınız

Deney masanızı ve sandalyeleri düzgün bir şekilde bırakarak laboratuvarıdan çıkınız.