



ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ
DERS NOTU



TERMODİNAMİK LABORATUVAR KILAVUZU



[Sadi Carnot](#)
(1796-1832)



[William Thomson](#)
(1824-1907)



[James Maxwell](#)
(1831-1879)



[Rudolf Clausius](#)
(1822-1888)



[Johannes van der Waals](#)
(1837-1923)



[Gustav Zeuner](#)
(1828-1907)



[Ludwig Boltzmann](#)
(1844-1906)



[Willard Gibbs](#)
(1839-1903)

HAZIRLAYANLAR

Selda KILIÇ ÇETİN

Ayşe AKYOL

Şevket ŞİMŞEK

Kamuran KARA

Ali ÇETİNKAYA

Zeliha ZAIMOĞLU

Elif GÖREN

ADANA - 2010

ÖNSÖZ

Bu notlarda bulunan deneyler, pasco scientific ve Philip harris şirketleri tarafından üretilen laboratuvar cihazları ile gelen deney açıklamalarının türkçeleştirilmiş halidir. Türkçeleştirmeler Metin Candemir, Faruk Karadağ, Mehmet Karakılıçık, Nazife Koca, Metin Özdemir ve Aysun Uğur tarafından yapılmıştır. Çevirilerin tamamı ayrıca Metin Özdemir tarafından gözden geçirilmiştir. Çevirilerde hem yazılım hem de kavram eksikliği açısından hataların olması muhtemeldir. Bu notları kullanan herkesin, özellikle öğrencilerin format ve içerik yönünden yapacakları öneriler daha sonraki sürümlerin daha okunaklı ve hatasız olmasını sağlayacaktır. Adana-1997



Termodinamik Laboratuvar el kitabının bu yeni baskısı bir farkla eski baskının aynısıdır. Bu yeni baskıya Halide Şahan, Muhittin Şahan ve Aysun Uğur tarafından hazırlanan ‘Deney-7’ eklenmiştir. Adana-1998



Termodinamik Laboratuvar deney klavuzu üçüncü defa elden geçirilmiştir. Metin Özdemir’ in başkanlığında Aysun Akyüz, Berrin Özdemir, Halide Şahan, Muhittin Şahan, Ebru Şenadım, A. Türker Tüzemen ve Aysun Uğur’dan oluşan yeni bir komisyon kurularak deney klavuzu hem içerik hem de anlatım açısından yeniden gözden geçirilmiştir. Bazı deneylerin açıklamaları genişletilmiş, bazılarında ise özellikle deneyin yapılması kısmı daha detaylı anlatılmaya çalışılmıştır. Bu değişikliklerin yapılmasında deney klavuzunun ilk basımından bu yana kullanılması sırasında elde edilen deneyim kullanılmıştır. Yeni baskıda ayrıca deney setlerinin birer fotoğrafı da her deneyin ilk sayfasına konulmuştur. Fotoğrafları itina ile çeken Kazım Artut’a teşekkür ediyoruz. Adana-2002



Termodinamik Laboratuvar deney klavuzu dördüncü defa düzeltilmiş ve bu baskıya Renko şirketinden alınan “Metallerin Doğrusal Uzama Katsayısı” deneyi, cihaz ile birlikte gelen deney açıklama klavuzuna bağlı kalınarak eklenmiştir. Bu basımda deneyler, Selda Kılıç Çetin, Ayşe Akyol, Şevket Şimşek, Kamuran Kara, Ali Çetinkaya, Zeliha Zaimoğlu ve Elif Gören tarafından hem içerik hem de anlatım açısından yeniden düzenlenmiş olup, öğrencilerin derse gelmeden önce yapmaları gereken çeşitli ödevler ve rapor sayfaları eklenmiştir. Deney klavuzunun yeni baskısını gözden geçirip düzeltmelerini yapan Prof. Dr. Emirullah Mehmetov ve Prof. Dr. Aysun Akyüz’e teşekkür ediyoruz. Adana-2010

TERMODİNAMİK LABORATUVAR DERSİ KURALLARI

1. Derslerin sizlere ilan edilen başlangıç saatinden 15 dakika daha geç gelen öğrenciler, laboratuvar dersine kesinlikle alınmaz.
2. Her öğrenci internette ve panolarda ilan edilecek gruplarla birlikte derslere katılmak zorundadır. Önemli bir mazereti olmadığı sürece grup değişikliği asla yapılmayacaktır.
3. Öğrenciler laboratuvar ders notlarına bölümün internet sayfasında ulaşabilirler. Öğrenciler derslere gelirken bu ders notlarının çıktısını getirmekle yükümlüdür. Ders notları olmayan öğrenciler o derse asla kabul edilmeyecektir.
4. Öğrencilerin devamsızlıkları, bir dönemdeki toplam deney saatlerinin %20' sinden fazla olamaz. Mazeretsiz olarak %20' den fazla devamsızlık yapan öğrenciler devamsızlıktan kalırlar.
5. Her öğrenci o gün yapacağı deneyi kavrayabilmek ve deneyi sağlıklı ve hızlı bir şekilde yapabilmek için hazırlıklı gelmek zorundadır. Föyünüzde o haftaki deneyle ilgili “Ön Çalışmalar” kısmını okuyup size yönlendirilen soruları doldurmanız gerekmektedir. Her hafta yapacağınız deneylerle ilgili olarak derse başlamadan önce küçük bir sınav yapılacaktır. Doldurduğunuz ön çalışmalar kısmı ve yapılan quiz sınavı her deneyin başında laboratuvar görevlileri tarafından kontrol edilecek ve alacağınız rapor notuna belirli oranlarda etki edecektir.
6. Öğrencilerin dönem sonunda alacağı ders notuna, deney başlangıcında yapılacak quiz, deney esnasındaki performansı rapor notları ve dönem sonunda yapılacak final sınavı notları belirli oranlarda etki edecektir. Bu oranlar dönem başında laboratuvar görevlileri tarafından sizlere duyurulacaktır. Her hafta aldığınız notlar internet üzerinden ve diğer hafta ders başlangıcında sizlere ilan edilecektir.
7. Her öğrenci deneyi bitirdikten sonra deney föyünde bulunan rapor kısmını ders saati içinde dolduracak ve ders saati sonunda laboratuvar görevlilerine teslim edecektir. Bu nedenle her öğrencinin deneye gelirken o deneyle ilgili getirmesi gereken hesaplama ve ölçüm araçlarını yanında bulundurması zorunludur.
8. Laboratuvar görevlileri tarafından gerekli görülürse, belirlenen bir günde belirli sayıda deney için, mazeretli öğrencilere telafi hakkı verilecektir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1.Deney: İdeal Gaz Hal Denklemi	1
2.Deney: Isı İletkenliği.....	9
3.Deney: Isının Mekanik Eşdeğeri.....	15
4.Deney: Isının Elektriksel Eşdeğeri	23
5.Deney: Metallerin Öz Isısı.....	32
6.Deney: Metallerin Boyca Genleşmesi	38
7.Deney: Termoelektrik Dönüştürücü	45

DENEY 1

İDEAL GAZ HAL DENKLEMİ



1. Amaç: Bir tüp içinde bulunan ideal bir gazın basıncı, sıcaklığı ve hacmi değiştirilerek bu değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve bu ölçümlerin yardımı ile ideal bir gaz için genleşme, basınç ve sıkıştırılma katsayılarının hesaplanması.

2. Ön Hazırlık:

2.1. Giriş:

Denge halinde bir maddenin basıncı, sıcaklığı ve hacmi arasındaki ilişkiyi veren bağıntıya hal denklemi adı verilir. Hal denklemlerin en basit ve en çok bilineni **ideal gaz hal denklemi** dir. Bu denklem belirli sınırlar içinde gazların P, V, T ilişkisini oldukça hassas bir biçimde verir. İngiliz fizikçi *Robert Boyle*, 1662 yılında vakum odasında yaptığı deneylerde, bir gazın basıncının hacmiyle ters orantılı olarak değiştiğini gözlemledi. Kütlesi sabit olan bir miktar gazın sıcaklığı sabit tutulur ve hacmi geniş sınırlar arasında değiştirilirse, gazın gösterdiği basıncında değiştiğini ve bu değişimin basınç ve hacim çarpımının esas itibariyle sabit kalacak şekilde meydana geldiğini buldu. Buna göre

$$PV = \text{sabit} \text{ (sabit sıcaklık, sabit kütle altında)}$$

P mutlak basıncı göstermektedir. Eğer 1 ve 2 indisleri gazın aynı sıcaklıktaki farklı iki halini göstermek için kullanılırsa bu kanun

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \text{ (1 ve 2 halleri aynı sıcaklıkta)}$$

şeklinde yazılabilir. Daha sonraki yıllarda 1703 de *Guillaume Amonton*, kapalı bir kap içine sıkıştırılan bir gazın sıcaklığı artırıldığında basıncının da arttığını gözlemledi. Basınç ile sıcaklık arasındaki matematiksel ilişki, hacim ile sıcaklık arasındaki ilişkiye benzerdir. 1802 yılında Fransız *J. Charles* ve *J. Gay Lussac* düşük basınçlarda, bir gazın hacminin sıcaklıkla orantılı olduğunu deneysel olarak buldular. Böylece

$$PV = nRT \tag{2.1}$$

bağıntısı ortaya konmuş oldu. Bu denklem ideal gaz hal denklemidir. Bu denkleme uyan gazlar *ideal gaz* olarak adlandırılırlar.

P: Basınç (Pascal)

n: mol sayısı

V: Hacim (m^3)

R: Evrensel gaz sabiti (8.314 J/mol.K)

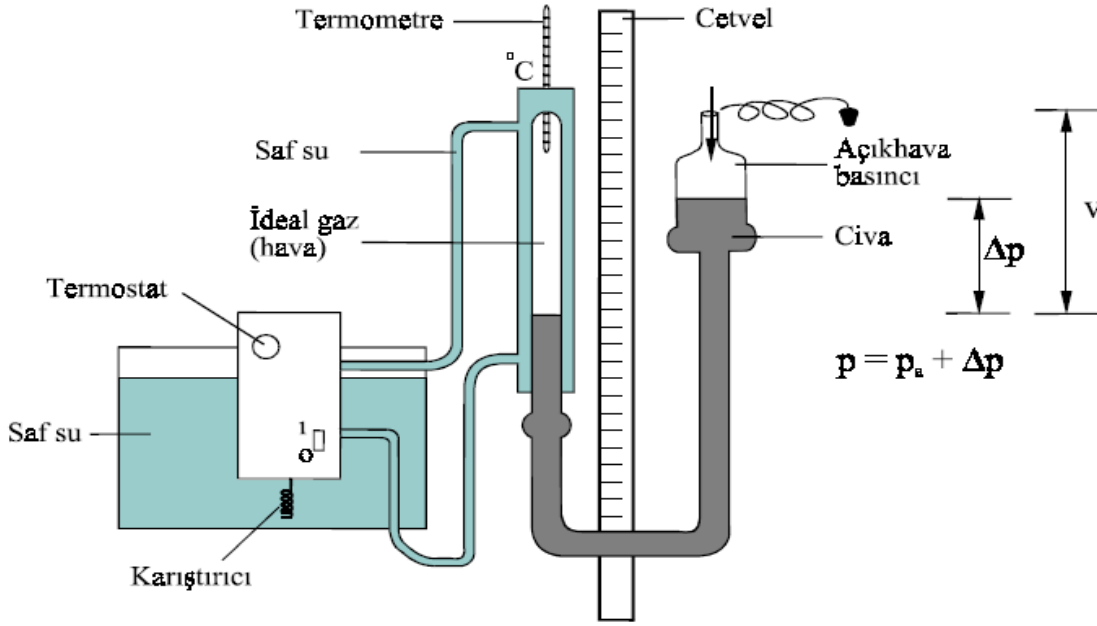
Denklem (1.1) yardımıyla ideal gaz için genleşme katsayısı α , basınç katsayısı β ve sıkıştırılma katsayısı χ aşağıdaki şekilde tanımlanırlar.

$$\alpha = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \tag{2.2}$$

$$\beta = \frac{1}{P_0} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \tag{2.3}$$

$$\chi = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \quad (2.4)$$

Yukarıda verilen denklemlerde parantezler altındaki indisler kısmi türevler alınırken hangi değişkenin sabit tutulduğunu, P_0 ve V_0 herhangi bir referansa göre basınç ve hacim değerlerini göstermektedir (Örneğin; P_0 atmosfer basıncı ve V_0 tüpün başlangıçtaki hacmi olarak alınabilir).



Şekil 1. Deneysel düzeneğin şematik gösterimi.

Soru 1: a) İdeal gaz nedir? En az iki özelliğini belirtiniz ve bu özellikleri neden sağlaması gerektiğini açıklayınız. **b)** İdeal bir gaz ne zaman ideal olmaktan uzaklaşmaya başlar?

Soru 2: Bir meşrubat şişesini çalkaladıktan sonra açtığımızda püskürmesinin sebebini araştırınız.

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler:

1. Civa dolu cam tüp
2. Termostat
3. Termometre
4. Cetvel
5. Saf su

4. Deneyin Yapılışı:

4.1 Genleşme katsayısı (α):

- 1) Gazın ilk sıcaklığını ve hacmini kaydediniz (T_0, V_0).
- 2) Civa sütunları arasındaki yükselti farkını ölçünüz (h_0).
- 3) Gazın sıcaklığını tüp içinde dolaşan suyu ısıtarak 5-10 $^{\circ}\text{C}$ kadar artırınız. Gazın basıncını sabit tutabilmek için sıcaklık sabitleştikten sonra civa seviyeleri arasındaki farkı tekrar (h_0) değerine getiriniz ve gazın bu andaki sıcaklık ve hacmini kaydediniz (T_1, V_1).
- 4) Yukarıdaki 3. basamağı en az 5 değişik sıcaklık için tekrar ediniz.
- 5) Ölçtüğünüz hacim değerlerine karşı gelen sıcaklık değerlerini not alınız ve bunu kullanarak V-T grafiğini milimetrik kağıda çiziniz (T yatay eksen, V dikey eksen olacaktır). $^{\circ}\text{C}$ cinsinden aldığınız sıcaklık değerlerini mutlak sıcaklık (K) birimine çevirmeyi unutmayınız. Denklem 1.2'yi kullanarak genleşme katsayısını hesaplayınız (Tüpün ara kesit alanını $A=1.02 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ alınız).

4.2 Basınç Katsayısı (β):

Kısım 4.1'dekine benzer şekilde fakat bu sefer gazın hacmini sabit tutarak basıncın sıcaklık ile değişimini her sıcaklığa karşılık gelen basınç değerini kaydederek gözleyiniz. Civa sütununun hareketli ucunu aşağı yukarı kaydırarak hacmi sabit tutunuz. Gaz üzerindeki toplam basınç, civa sütunları arasındaki yükselti farkından kaynaklanan basınç ile deneyin yapıldığı yerdeki atmosfer basıncının toplamına eşittir. Verilerinizi not alınız ve Denklem 1.3 yardımıyla basınç katsayısını hesaplayınız ($P_0=977 \text{ hPa}$).

4.3 Sıkıştırılma Katsayısı(χ):

Civa haznesinin hareketli ucunu kullanarak iki civa seviyesi arasındaki yükselti farkını değiştiriniz ve buna karşılık gelen hacmi kaydediniz. 5 farklı hacim değerine karşılık gelen basınç değerlerini bulup not alınız. Grafiğinizi çiziniz ve denklem 1.4 yardımıyla gazın sıkıştırılma katsayısını hesaplayınız.

4.4 Basınç Birimleri:

- 1 Pascal (Pa)= 1 N/m²
1 atm = 1.013×10⁵ Pa = 1013. hPa
1 cm-civa = 1.333×10³ Pa = 1.316×10⁻² atm.

DENEY NOTLARI

5. Sonuç ve Rapor

Ad Soyad:

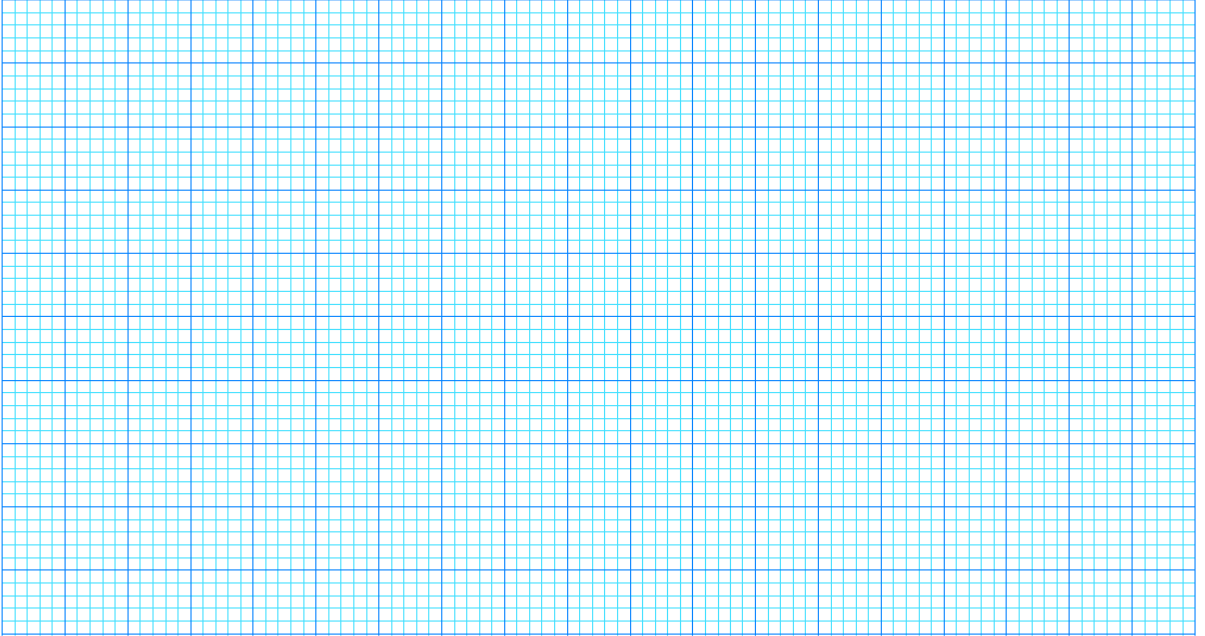
No:

Grup:

Tarih:

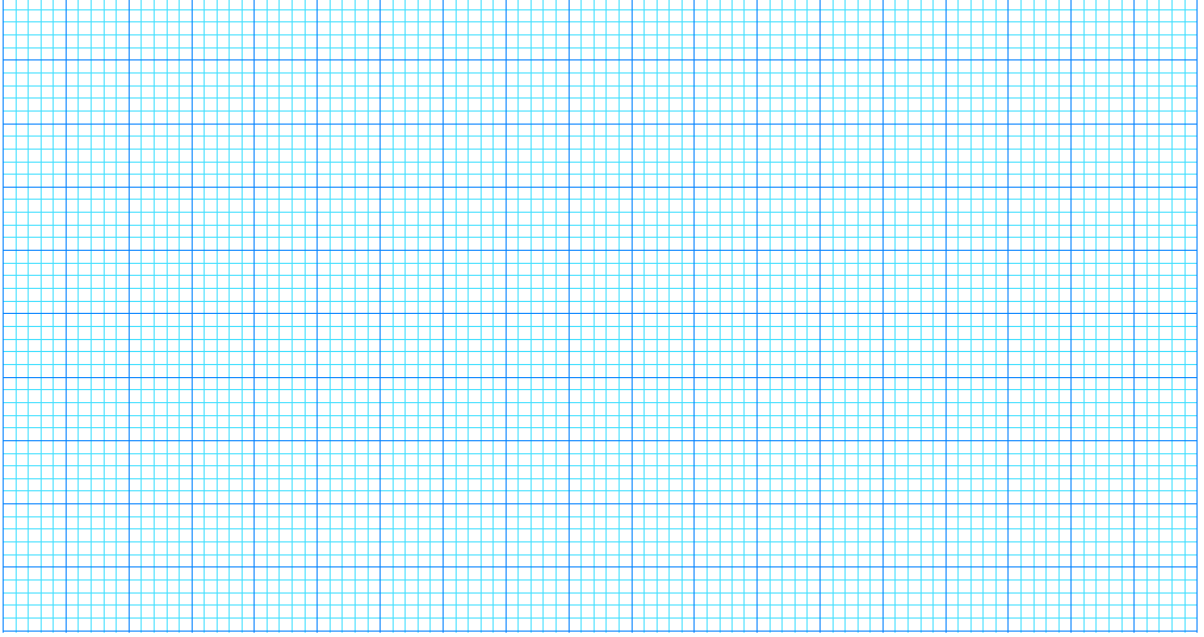
5.1 Genleşme Katsayısı (α):

T (K)	V (cm ³)



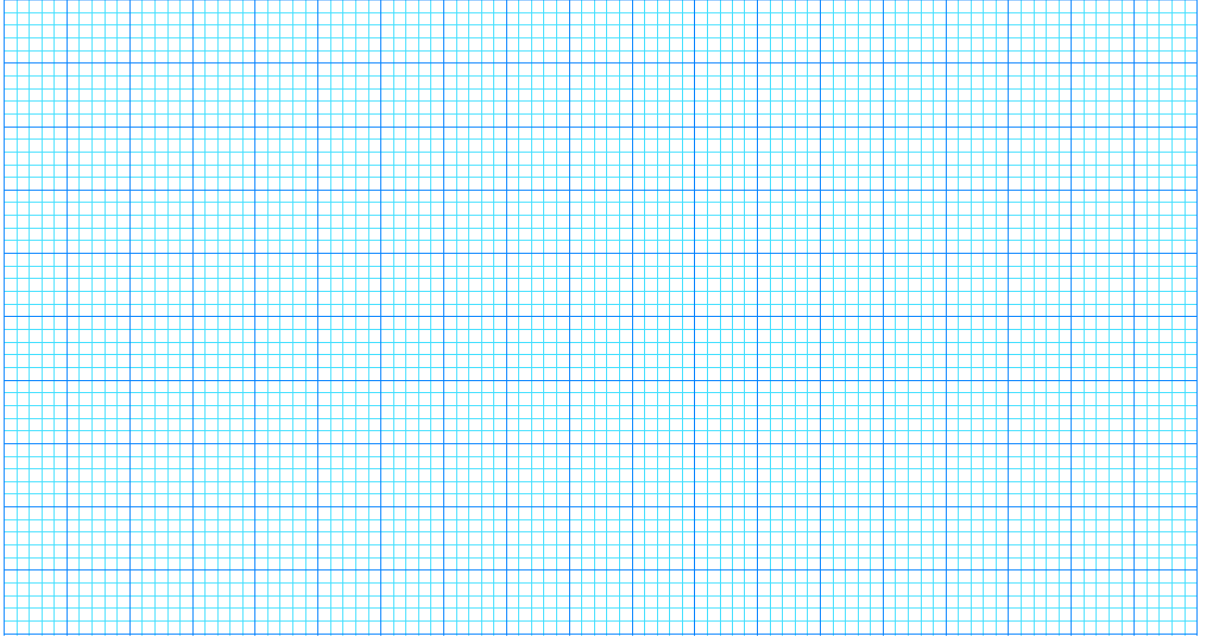
5.2 Basınç Katsayısı (β):

T (K)	P (N/m²)



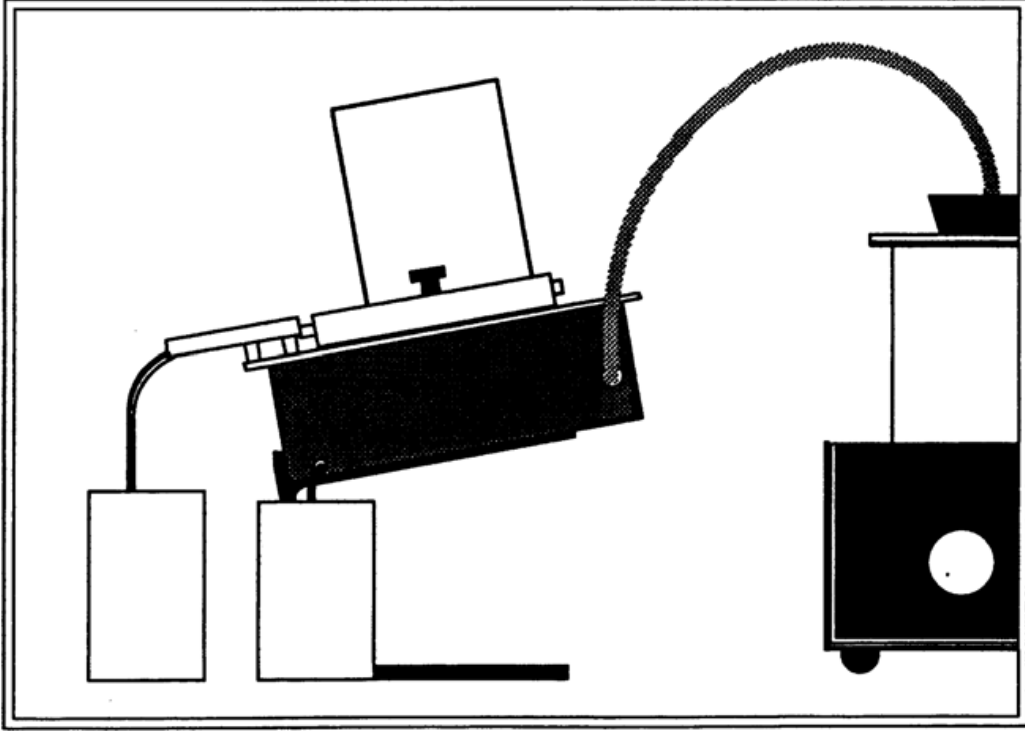
5.3 Sıkıştırılma Katsayısı(γ):

V(cm³)	P (N/m²)



DENEY 2

ISI İLETKENLİĞİ



1. Amaç: Çeşitli maddelerin κ ısı iletkenlik katsayısının belirlenmesi.

2. Ön Hazırlık:

2.1 Giriş:

Isı, bir cisimdeki bütün parçacıkların toplam kinetik enerjisi olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle, bir cismin içerdiği ısı miktarı, bu cismi oluşturan atom ve moleküllerin ne kadar çabuk hareket ettiğine bağlı olarak değişmektedir.

Isı, yüksek sıcaklık bölgesinden düşük sıcaklık bölgesine doğru içinde bulunduğu ortamın cinsine göre üç farklı yolla yayılır. Bunlar iletim, konveksiyon (taşıma) ve ışımadır.

Katı maddelerde ısı iletim yoluyla yayılır. Katıları oluşturan atomlar ısı aldığında oldukları yerde titreşim hareketini hızlandırır. Atomlar birbirlerine çok yakın yerleştiklerinden, titreşen atomlar çevrelerindeki diğer atomlara da çarparak bu hareket enerjilerini aktarırlar. Böylece ısı enerjisini bir noktadan diğer noktaya iletirler.

Konveksiyon veya taşıma yoluyla ısının yayılması sıvı ve gazlarda görülür. Sıvı ve gazlardaki moleküller ısı aldığında hacimleri artar ve yoğunlukları azalır. Bu nedenle yukarıya doğru hareket ederler. Sıvı ve gaz molekülleri arasındaki boşluğun katılara göre daha fazla olması moleküllerin bu hareketini kolaylaştırır. Isının bu şekilde moleküllerin yer değiştirmesiyle yayılması, konveksiyon veya taşıma olarak adlandırılır.

Sıcaklığı $T = 0 \text{ K}$ (veya $T = -273.16 \text{ }^\circ\text{C}$) den daha büyük olan canlı ve cansız bütün cisimler, dalga boyları uzak kırmızı ötesinden görünür bölgeye kadar değişen elektromanyetik dalgalar yayarlar. Bu ışıma, cisimleri oluşturan ve ısısal olarak titreşen atom ve moleküllerin ivmelenmesinin bir sonucudur. Işıma gücü $E = e \sigma T^4$ Stefan kanunu ile verilir. Burada e , yüzeye bağlı 1 den küçük bir katsayı, $\sigma = 0.567 \times 10^{-8} \text{ W / (m}^2\text{K}^4)$ değerindeki Stefan – Boltzman sabiti ve T , K cinsinden sıcaklıktır. Cisimlerden yayılan elektromanyetik dalgalar vakumda veya havada ilerlerken ısıyı da beraberinde taşırlar. Bu şekilde ısının elektromanyetik dalgalar veya fotonlar aracılığıyla iletilmesine ışıma yoluyla yayılma denir.

İletim yoluyla ısının yayılmasında, bir yüzeyi T_1 diğer yüzeyi T_2 sıcaklığında tutulan h kalınlığındaki bir levhanın sıcak tarafından soğuk tarafına Δt sürede geçen ısı miktarı;

$$\Delta Q = \frac{\kappa A (T_2 - T_1) \Delta t}{h} \quad (2.1)$$

ile verilir. Bu eşitlikte A ısı iletiminin gerçekleştiği alan, κ levhanın yapıldığı maddenin cinsine bağlı ısı iletkenlik katsayısıdır. κ maddenin ısıyı ne kadar iyi iletmediği hakkında bilgi verir. κ değeri büyük olduğunda madde iyi bir ısı iletkenidir. κ değeri küçük olduğunda madde iyi bir ısı yalıtkanıdır. (2.1) denklemi aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\kappa = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \frac{h}{A \Delta T} \quad (2.2)$$

Burada $\Delta T = (T_2 - T_1)$ dir. $\Delta Q / \Delta t$ ısısal iletim hızı olarak bilinir.

Bu deneyde levha biçimindeki çeşitli maddelerin K ısı iletkenlik katsayısının değerinin tayini için Şekil 1’de gösterilen düzenek kullanılır. İncelenecek levha, sıcaklığı 100°C ’ de sabit olan bir buhar makinesi ile sıcaklığı 0°C de sabit olan bir buz bloğu arasına sıkıca yerleştirilir ve böylece her iki yüzü arasında 100°C ’lik sabit bir sıcaklık farkı oluşturulur. Bu sıcaklık farkı ΔQ ısısının buhar makinesinden önce levhaya sonra buza geçmesine ve daha

sonra da buzun bir kısmının erimesine neden olur. Eriyen buzdan çıkan su, kanallar aracılığıyla toplanır, tartılarak m kütlesi belirlenir.

Buzun hal değişirmesi sırasında aldığı ΔQ ısı aynı zamanda

$$\Delta Q = mL \quad (2.3)$$

dir. Bu bağıntıdaki L erime gizli ısı olup buz için 80 cal / g değerindedir. Diğer bir deyişle buz, her 80 kalori ısı aldığıında 1 g ' ı erir. Denklem iki tarafı Δt ile bölünürse

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{mL}{\Delta t} \quad (2.4)$$

elde edilir. Buradaki $m / \Delta t$ oranı buzun erime hızını verir ve R_0 ile gösterilir. Bu durumda (2.4) ifadesi aşağıdaki hale dönüşür;

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = R_0 L \quad (2.5)$$

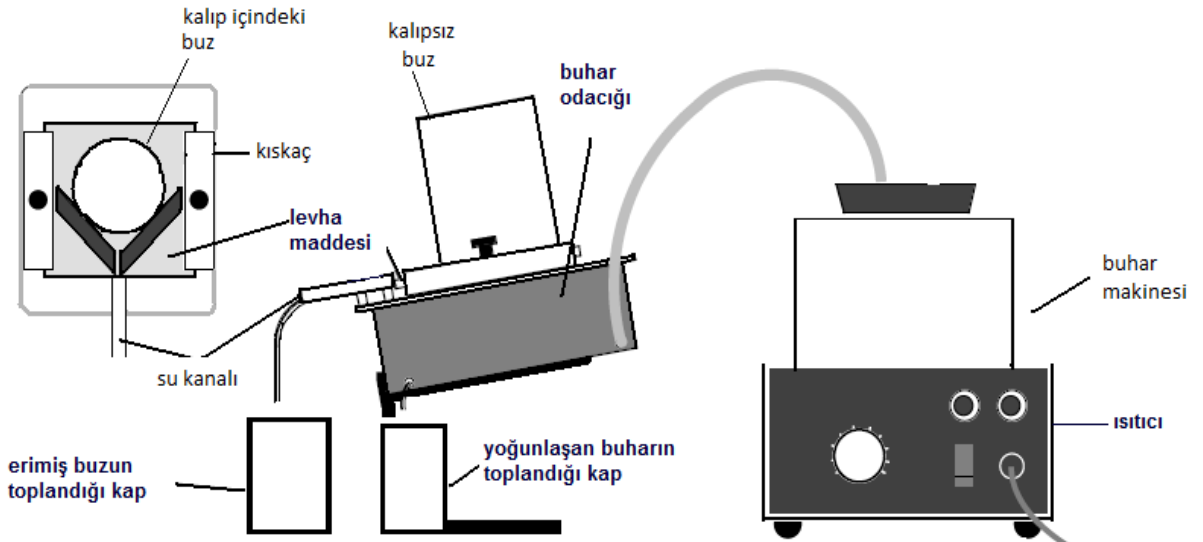
Elde edilen (2.5) ifadesi (2.2)'de yerine yazılırsa;

$$\kappa = R_0 L \frac{h}{A \Delta T} \quad (2.6)$$

elde edilir. Bu ifadeyle K ısı iletkenlik katsayısı değeri hesaplanır.

3. Deneyde Kullanılan Araç ve Gereçler:

1. Isısal iletkenlik katsayısı ölçüm aleti (Pasco TD- 8556).
2. Buhar makinesi (Pasco TD- 8556A).
3. Silindirik bir kalıpta dondurulmuş buz.
4. Erimiş buzun toplandığı kap.
5. Yoğunlaşan buharın toplandığı kap.
6. Çeşitli Maddeler: Tahta, mika.



Şekil 1. Deney düzeneğinin şematik gösterimi.

4. Deneyin Yapılışı:

4.1 K iletkenlik Katsayısının Bulunması:

Silindirik bir kalıbın içine koyulan su, buz oluşturmak üzere dondurulur. Kalıbın kapağı su dondurulurken kapatılmaz. Oluşan buz kalıptan kolaylıkla çıkarmak için kalıp bir süre oda sıcaklığında bekletilir. Buzun saf sudan elde edilmesi yüzeylerde tortu birikimini engelleyeceği için tercih edilmelidir.

Isı iletkenliği hesaplanacak levhaların kalınlığı ölçülür ve h olarak kaydedilir. Levha Şekil 1'deki gibi buhar odacığının üstüne sıkıca tutturulur. Buz kalıbından çıkarılmadan levhanın üzerine yerleştirilir. 1-2 dakika bekleyerek levha ile temas etmesi sağlanır. Sonra buz kalıptan çıkartılır, çapı ölçülür ve d_1 olarak kaydedilir. Odacık buhar makinesine bağlanmadan yaklaşık 5 dakika boyunca oda sıcaklığında eriyen buz bir kapta biriktirilir. Eriyen buzun miktarı m_1 tartılarak tayin edilir ve olarak Tablo 1'e kaydedilir. Erime için geçen süre t olarak Tablo 1'e kaydedilir. Daha sonra Şekil 1'deki gibi odacık buhar makinesine plastik boru yardımıyla bağlanır. 10-15 dakika önceden çalıştırılmış buhar makinesinden odacığa sıcak su buharı dolmaya başlar. Sıcak su buharı levhayı ısıtarak üstündeki buzla ısı alışverişi yapar ve buz eritmeye başlar. Yine aynı süre yani 5 dakika daha beklenir. Eriyen buz kapta biriktirilir. Eriyen buzun miktarı ölçülür ve m_2 olarak Tablo 1'e kaydedilir. Erimeye başlayan buzun çapı tekrar ölçülür ve d_2 olarak Tablo 1'e kaydedilir. Diğer levha için de bu işlemler tekrarlanır.

4.2 K iletkenlik Katsayısının Hesaplanması:

R_1 ve R_2 sırasıyla, odacığın buhar makinesine bağlanmadan önceki ve sonraki buzun erime hızı,

$$R_1 = m_1 / t \quad (2.7)$$

$$R_2 = m_2 / t \quad (2.8)$$

bağıntılarıyla hesaplanır.

$$R_0 = R_2 - R_1 \quad (2.9)$$

ise sadece buza geçen ΔQ ısısı nedeniyle buzun erime hızını verir. Ayrıca

$$A = \pi r^2$$

den buzun levhayla etkileştiği alan hesaplanır. Burada r buzun ortalama yarıçapıdır. Bulunan değerler (2.6) bağıntısında yerine yazılarak verilen maddeler için K ayrı ayrı hesaplanır.

Soru: Suyun kaynama sıcaklığı basınca bağlı mıdır? Açıklayınız.

Cevap:

DENEY NOTLARI

5.Sonuç ve Rapor: Isı İletkenliği

Ad Soyad:
No:
Grup:
Tarih:

Hesaplamalar:

	h(cm)	d ₁ (cm)	d ₂ (cm)	Δt (s)	m ₁ (g)	Δt(s)	m ₂ (g)	d _{ort} (cm)	A (cm ²)	R ₁	R ₂	R ₀	K (cal/cmsK)
Tahta													
Mika													

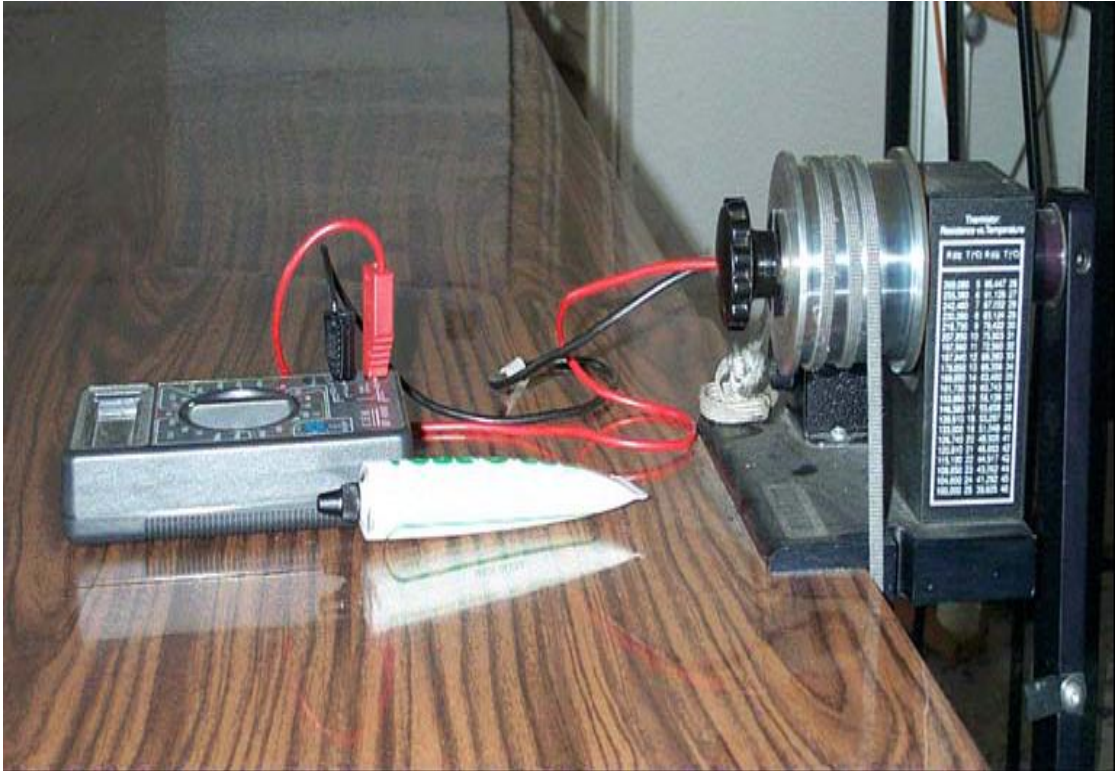
6.Sorular

- 1) Isı bir cisimden diğer bir cisme kaç türlü geçebilir.
- 2) Isı iletkenlik katsayısını tanımlayınız ve birimini söyleyiniz.
- 3) Bir cismin özgül ısısını ve ısı sığasını tanımlayınız. Bu iki büyüklüğün birimlerini söyleyiniz.

Cevaplar:

DENEY 3

ISININ MEKANİK EŞDEĞERİ



1. Amaç: Isı enerjisi ile mekanik enerji arasındaki ilişkiyi belirlemek ve ısı enerjisinin ölçüm birimi kalori ile mekanik enerjinin birimi joule arasındaki çevrim katsayısını bulmak.

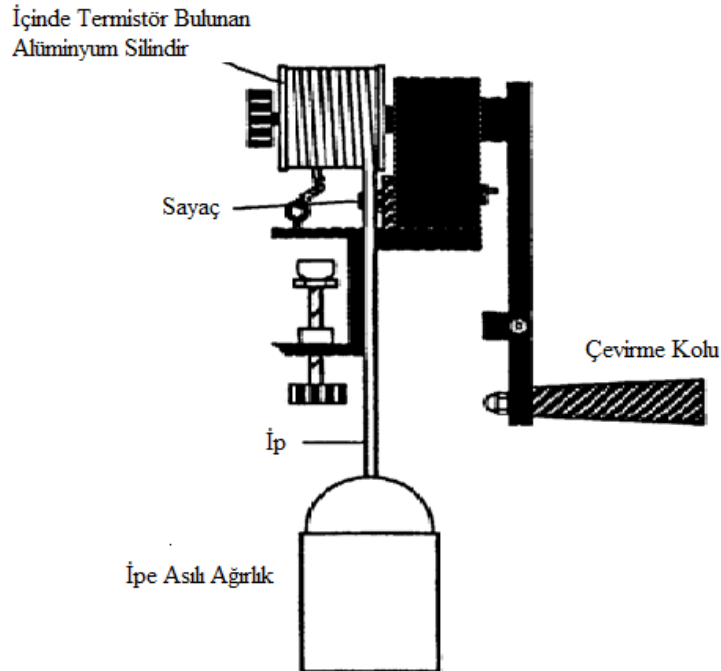
2. Ön Hazırlık:

2.1. Giriş:

Enerjinin korunumu ilkesine göre, verilen bir iş miktarı tamamen ısıya dönüştürülürse, ortaya çıkan ısısal enerji, sağlanan iş miktarına eşdeğer olmalıdır. İş joule cinsinden, ısısal enerji de kalori cinsinden ölçüldüğünden, böyle bir eşdeğerliğin olduğu çok açık değildir. Joule ve kaloriyi birbirine bağlayan nicel bir ilişki olmalıdır. Bu ilişkiye **Isının Mekanik Eşdeğeri** denir.

PASCO'nun Isının Mekaniksel Eşdeğeri cihazı (TD-8551A modeli), ısıнын mekanik eşdeğerinin %5'lik bir hata ile hassas olarak belirlenmesini sağlar. Alet Şekil 1'de gösterilmiştir. Cihazdaki alüminyum silindire takılı bir kolun çevrilmesiyle yapılan iş, ölçülebilir bir iş miktarıdır. Naylon bir ipin bir ucu yerde bulunan bir ağırlığa bağlanır, diğer ucu ise alüminyum silindir etrafına birkaç defa, kütle ile silindir arasındaki kısmı yeterince gergin olacak şekilde sarılır. Alüminyum silindirin bağlı olduğu kol döndükçe, silindir ve ip arasında bağlı kütleyi taşıyabilecek kadar bir sürtünme oluşur. Silindir, ipin ucuna bağlı olan kütle yerden hemen hemen aynı yükseklikte kalacak şekilde döndürülürse, silindir üzerine etkiyen torkun sabit ve ölçülebilir olması sağlanmış olur. Alete bağlı sayaç, silindir her dönmesinde bir kademe ilerleyerek toplam dönme sayısını bilmemizi sağlar. Silindir döndükçe silindir ve ip arasındaki sürtünme, yapılan işi ısısal enerjiye çevirir. Bu nedenle alüminyum silindirin sıcaklığı artar. Alüminyum içine bir **termistör** yerleştirilmiştir. Termistörün direnci ölçülerek silindirin sıcaklığı ve silindirin sıcaklığındaki değişim ölçülerek silindire aktarılan ısı enerjisi hesaplanabilir.

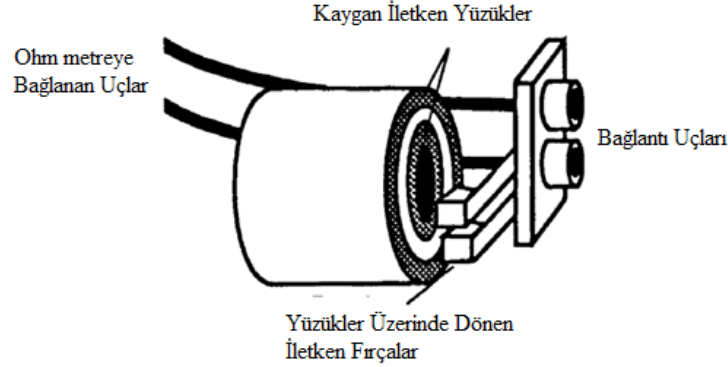
Sonuç olarak silindire aktarılan ısı enerjisi ile yapılan iş arasındaki oran **J'** ye eşittir. Bu da Isının Mekanik Eşdeğeri'dir.



Şekil 1. Isının mekanik eşdeğeri cihazı.

2.2. Termistör İle Sıcaklık Ölçümü:

Alüminyum silindirin sıcaklığını ölçmekte kullanılmak üzere bir termistör silindire yerleştirilmiştir. Termistör, direnci sıcaklığa bağlı olan bir malzemedir yapılmış bir aygıttır. Eğer termistörün direnci biliniyorsa, bu dirence karşılık gelen sıcaklık büyük bir hassasiyetle ölçülebilir. Silindir içindeki termistörün uçları silindirin yan tarafındaki kaygan bakır halkalara lehimlenmiştir (Şekil 2). Fırçalar halkalar ile temas halinde olup, halkalar ile elektrik bağlantı fişi arasındaki elektriksel iletimi sağlar. Bu bağlantılara bir ohm metre takılarak termistörün direnci ölçülebilir. Dolayısıyla bu direnç değerleri sıcaklığa çevrilerek silindirin sıcaklığı silindir dönerken bile takip edilebilir.



Şekil 2. Silindirin sıcaklığının termistörden faydalanarak ölçülmesi.

Termistörün sıcaklığa bağımlılığı hassas ve güvenilir olmasına rağmen bu bağımlılık lineer (doğrusal) değildir. Bu nedenle, direnç ölçümlerinin sıcaklığa çevrilebilmesi için sıcaklığa karşı direncin değişimini gösteren tablo gereklidir. Bu tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Termistörün sıcaklığa karşı direncini gösteren tablo.

$R(\Omega)$	$T(^{\circ}C)$	$R(\Omega)$	$T(^{\circ}C)$
269.080	5	95.447	26
255.380	6	91.126	27
242.460	7	87.022	28
230.260	8	83.124	29
218.730	9	79.422	30
207.850	10	75.903	31
197.560	11	72.560	32
187.840	12	69.380	33
178.650	13	66.356	34
169.950	14	63.480	35
161.730	15	60.743	36
153.950	16	58.138	37
146.580	17	55.658	38
139.610	18	53.297	39
133.000	19	51.048	40
126.740	20	48.905	41
120.810	21	46.863	42
115.190	22	44.917	43
109.850	23	43.062	44
104.800	24	41.292	45
100.000	25	39.605	46

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler:

1. TD-8551A Isının Mekanik Eşdeğeri cihazı.
2. Termistörün direncini ölçmek için sayısal ohm metre.
3. Alüminyum silindire sarılan ipe bağlanmak üzere 6100 gramlık kütle.
4. Silindir üzerine sarılı ipin rahatça kayması için kurşun kalem tozu.

4. Deneyin Yapılışı:

1. Aleti yatay bir masanın ucuna dikkatli ve sağlam bir biçimde tutturunuz.
2. Ohm metrenin uçlarını fişlere bağlayınız. Ohm metrenin skalasını termistörün direncini ölçebilecek şekilde ayarlayın.
3. Alüminyum silindir üzerine bir miktar kurşun kalem tozu dökünüz.
4. Bir ucu yerdeki kütleyle bağlı olan naylon ipin diğer ucunu silindir etrafına birkaç defa sarınız (4-6 sarım yeterlidir).
5. Dönme sayacı üzerindeki siyah düğmeyi döndürerek sayacı sıfırlayınız.
6. Alüminyum silindirin direncini ölçünüz ve karşılık gelen sıcaklık değerini ilk sıcaklık olarak kaydediniz.
7. Kolu döndürünüz ve sayaçtan dönme sayısını kaydediniz.
8. Dönme işlemi bittikten sonra alüminyum silindirin direncine karşılık gelen sıcaklığı, son sıcaklık olarak kaydediniz.

Dikkat:

İp silindir etrafına sarılırken, ipe asılı kütleli yerden yaklaşık 3 cm yukarı kaldıracak şekilde sarılmalıdır. Bunu sağlamak için ipi 3 veya 4 defa sarınız ve kolu çeviriniz. Kütleli kaldırmak için gerekirse daha fazla sarım yapınız. Kol çevrilirken ipin serbest ucunda çok az bir gerilme oluşmalıdır.

Hesaplamalar:

Yapılan İş (W) Hesaplama:

Kolu çevirerek silindir üzerine yapılan iş, silindir üzerine etki eden tork τ ile torkun etki ettiği toplam açı θ 'nın çarpımına eşittir. Kolun dönme esnasında uyguladığı torku direk olarak ölçmek zor olabilir. Ancak silindirin hareketi deney esnasında az çok sabit olduğundan, kolun meydana getirdiği torkun, ipin sürtünmesiyle oluşan tork tarafından dengelenmesi gerekir. İpin sürtünmesiyle oluşan tork Denklem 1'de gösterilmiştir.

$$\tau = MgR \quad (4.1)$$

Burada; M ipe asılan kütle, g yerçekimi ivmesi ve R Alüminyum silindirin yarıçapıdır. Kolun bir tam dönmesiyle bu tork silindire 2π 'lik bir açı boyunca uygulanır. Bu nedenle yapılan toplam iş;

$$W = \tau\theta = MgR(2\pi N) \quad (4.2)$$

olur. Burada N kolun toplam dönüş sayısıdır.

Üretilen Isının (Q) Hesaplanması:

Alüminyum silindirde sürtünmeden dolayı oluşan ısı, ölçülen sıcaklık değişiminden hesaplanabilir. Hesaplama şöyledir;

$$Q = mc(T_s - T_i) \quad (4.3)$$

Burada; m Alüminyum silindirin kütlesi, c Alüminyumun özısıısı, T_s silindirin son sıcaklığı, T_i silindirin ilk sıcaklığıdır.

Isının Mekanik Eşdeğeri (J)'nin Hesaplanması :

Isının Mekanik Eşdeğeri (J), üretilen ısı ile yapılan iş oranına eşittir.

$$J = W/Q \quad (4.4)$$

Soru: Isı, Sıcaklık, Özısı nedir? Tanımlayınız.

Cevap:

DENEY NOTLARI

5.Sonuç ve Rapor: Isının Mekanik Eşdeğeri

Ad Soyad:

No:

Grup:

Tarih:

İpe Asılı Kütle	M=6100 gr
Alüminyum Silindirin Kütlesi	m=203.4 gr
Silindirin Yarıçapı	R=2.7 cm
Alüminyumun Özısıısı	c=0.220 cal/g ⁰ C
Yerçekimi İvmesi	g=9.8 m/s ²
Isının Mekanik Eşdeğeri	J= W/Q= 4.18 J/cal
Kolun Dönme Sayısı	

Termistörün Direnci (Ω)	Karşılık Gelen Sıcaklık ($^{\circ}C$)
$R_{ilk} =$	$T_{ilk} =$
$R_{son} =$	$T_{son} =$

Silindir Üzerine Yapılan İş	$W = \tau\theta = MgR(2\pi N)$	
Silindirin Soğurduğu Sıcaklık	$Q = mc(T_s - T_i)$	
Isının Mekanik Eşdeğeri	$J = W/Q$	
% Hata	$\left(\frac{J_{Teorik} - J_{DeneySEL}}{J_{Teorik}} \right) \times 100$	

Hesaplamalar:

Sorular:

1. Teorik olarak bildiğiniz J değeri ile bulduğunuz değeri karşılaştırarak yorumlayınız.
2. Sonuçlarınıza etki edebilecek hata kaynaklarını tartışınız. Bu hataları indirmek için yapılabilecek durumlar varsa açıklayınız.
3. Deney sırasında silindirin soğurduğu ısı miktarının, silindir üzerine yapılan işten büyük olması mümkün müdür? Açıklayınız.
4. Bulduğunuz J değerini kullanarak, belirli bir miktar ısı enerjisinden ne kadarlık bir mekanik enerji üretilebileceğini belirleyebilir misiniz? Açıklayınız.

Cevaplar:

DENEY 4

ISININ ELEKTRİKSEL EŞDEĞERİ



1. Amaç: Isının elektriksel eşdeğerinin hesaplanması.

2. Ön Hazırlık:

2.1. Giriş:

Sıcaklık, bir cismin sıcaklığının veya soğukluğunun ya da bir sistemin ortalama moleküler kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür. Sıcaklık Ölçüleri ve Sembolleri Celcius, Fahrenheit, Kelvin, Santigrat, Reaumur olarak bilinmektedir. Isı, belirli sıcaklıktaki bir sistemin sınırlarından, daha düşük sıcaklıktaki bir sisteme, sıcaklık farkı nedeniyle transfer edilen enerjidir. Birimi ise kaloridir. Termodinamiğin sıfırncı ve birinci yasaları bu yargıları açıklar niteliktedir. Termodinamiğin sıfırncı yasasında eğer iki sistem birbirleriyle etkileşim içerisindeyken aralarında ısı veya madde alışverişi olmuyorsa bu sistemler termodinamik dengededirler. Isı alış veriş varsa alınan enerji verilen enerjiye eşittir. Birinci yasası da bir sistemin iç enerjisindeki artış sisteme verilen ısı ile, sistemin çevresine uyguladığı iş arasındaki farktır.

1 gr suyun sıcaklığını 1 °C yükseltmek için gerekli olan enerji 1 kaloridir yani 4.18 joule'dür. Bu deneyde, ısının elektriksel eşdeğerini bulmak için bir düzenek kurulacaktır. Deneyde hem elektriksel enerji ve ısı enerjisi arasındaki ilişki deneysel olarak açıklanabilecek hem de akkor lambanın enerji verimi hesaplanacaktır. Bu yüzden deney iki aşamada gerçekleştirilmektedir.

I. Aşama:

Bu aşamada, ısının elektriksel eş değeri deneysel olarak hesaplanacaktır.

- ✓ Bir akkor lamba, miktarı bilinen suya batırılacak ve suya birkaç damla siyah mürekkep damlatılarak suyun görünür bölgesindeki ışığı geçirmesi engellenecektir.
- ✓ Mürekkepli suyun ilk sıcaklığı ölçülerek kaydedilecektir.
- ✓ Lambaya değeri bilinen voltaj ve akım uygulanarak ışık vermesi sağlanacaktır.
- ✓ Bu değerler lambanın gücünü hesaplamak için kullanılabilir.

$$P = VI \quad (2.1)$$

Ayrıca, devreye elektrik uygulanma süresi ölçülecek ve böylece lambanın harcadığı toplam elektrik enerjisi hesaplanabilecektir.

Birim zamanda harcanan enerjiye güç denir.

$$P = \frac{E}{t} \quad (2.2)$$

$$E = Pt = VIt \quad (2.3)$$

- ✓ Diğer tarafta akkor lambanın ısıttığı suyun sıcaklığı gözlenerek lambanın ürettiği toplam ısı hesaplanabilecektir.

$$Q = Mc\Delta T \quad (2.4)$$

- ✓ Lambanın harcadığı elektrik enerjisi (E) ile ürettiği ısı enerjisi (Q) arasındaki orandan **ısının elektriksel eşdeğeri (J_e)** hesaplanacaktır.

$$J_e = \frac{E}{Q} \quad (2.5)$$

II. Aşama:

İkinci aşamada ise Akkor lambanın verimi ölçülecektir. Deneyin bu aşamasında **I. Aşamada yapılan işlemlerin aynısı yapılacak, fakat suyun içine mürekkep damlatılmayacaktır.** Böylece, lambadan yayılan termal enerji ile kızılötesi (IR) radyasyon (düşük frekanslı) su tarafından soğurulacaktır. Fakat görünür (beyaz) ışık (daha yüksek frekanslı) soğurulmadan su kabından dışarı çıkacaktır.

Elektrik enerjinin ışık olarak açığa çıkan miktarını hesaplamak için, suya aktarılan ısı Miktarı (Q), lamba tarafından harcanan toplam elektrik enerjisinden (E) çıkartılarak bulunacaktır.

Işık enerjisi ile elektrik enerjisi arasındaki oran lambanın kazancını (verim) verecektir.

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler:

1. Güç kaynağı (12 V, 12 A d.c.).
2. Akkor lamba (35W).
3. Voltmetre.
4. Ampermetre.
5. Termometre.
6. Kronometre.
7. Mürekkep ve damlalık (8-10 damla mürekkep).
8. Kalorimetre kabı.
9. Şeffaf bardak.

Bu deneyi gerçekleştirmek için deney düzeneğinde, aletler hakkında aşağıdaki bilgilere de ihtiyaç vardır.

Dikkat:

Isının elektriksel eşdeğer düzeneğini kurarken;

- 1-) 12 Volt dan 12 Amper'e kadar akım verebilen ayarlı bir güç kaynağı kullanılmalı ve akkor lambaya asla 13 V dan fazla voltaj uygulanmamalı.
- 2-) Kalorimetre kabı taşırılmayacak ve lamba içine batacak şekilde su ile doldurulmalı, ayrıca lamba suya daldırıldığında da yakılmı
- 3-) Lambanın gücünü ölçmek için dijital ampermetre ve voltmetre kullanılmalı.
- 4-) Lamba tarafından harcanan elektrik enerjisini ölçmek ve hesaplamak için bir kronometre kullanılmalı.
- 5-) Lambanın ısıtacağı suyun kütlesini ölçmek için beher kullanılabilir.

4. Deneyin Yapılışı:

Deney I- Isının Elektriksel Eşdeğeri

1. Oda sıcaklığını ölçerek kaydediniz.
2. Bir kaba, beherle ölçerek bir miktar su koyunuz ve suya yaklaşık 10 damla mürekkep damlatınız. Toplam kütle (M_{Toplam}), hem suyun (M_{Su}) hem de mürekkebin ($M_{Mürekkep}$) ağırlıkları toplamıdır.
3. Mürekkepli suyun bulunduğu bu kabı, Kalorimetre kabının içine yerleştiriniz. Böylece mürekkepli sudan kaçan beyaz ışık varsa bu yolla kalorimetreden tekrar geri yansıtılır.

Mürekkepli suyun sıcaklığı oda sıcaklığından yaklaşık 6-10 °C'nin altında olmasını sağlayınız. Kalorimetre kabının kapağını kapatınız.

4. Elektrik devresini Şekil 4.1'de gösterildiği gibi kurunuz ve devreden geçen elektrik akımını ölçmek için seri olarak bir ampermetre ve lambanın üzerindeki gerilimi ölçmek için de paralel olarak bir voltmetre bağlayınız. Güç kaynağını açınız ve gerilimi 12 volta ayarlayınız. Daha sonra güç kaynağını kapatınız.
5. Termometreyi kalorimetre kabının tepesindeki delikten suya batırınız.
6. Suyun ilk sıcaklığını (T_i) kaydediniz. Ölçüm yaparken suyu termometre ile yavaş yavaş karıştırınız. Güç kaynağını açınız.
7. Voltmetreden ve ampermetreden okuduğunuz (V_i) ve (I_i) değerlerini kaydediniz.

NOT: Deney boyunca bu değerleri kontrol ediniz. Bir değişim olup olmadığı gözleyiniz. Eğer değişim varsa, voltmetreden voltaj (V_s) ve ampermetreden (I_s) değerlerini tekrar kaydediniz. Ortalama değer hesabından bu değişimlerin ayrı ayrı ortalamalarını bulunuz.

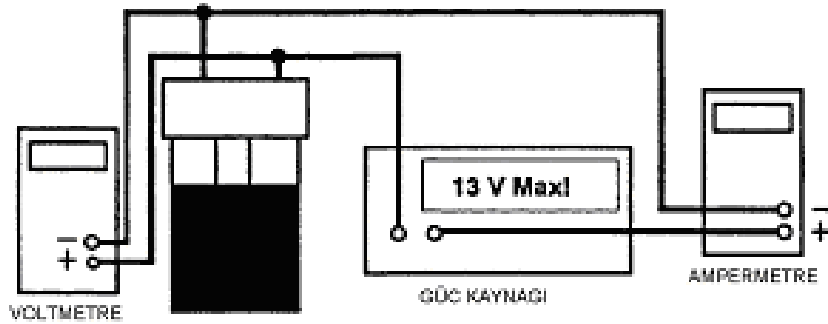
$$\bar{V} = V_{ort} = \frac{V_1 + V_2}{2} \quad (4.1)$$

$$\bar{I} = I_{ort} = \frac{I_1 + I_2}{2} \quad (4.2)$$

Fakat bu değişim yoksa bu işlemi yapmayınız.

8. Sıcaklık, oda sıcaklığının altında olduğu miktar kadar oda sıcaklığının üzerine çıkıncaya kadar ölçüme devam ediniz. Bu sıcaklığa ulaştığınızda güç kaynağını kapatınız. Termometre en yüksek değere ulaşıp tekrar düşmeye başladığı sıcaklığı da T_s olarak kaydediniz. ΔT sıcaklık değişimini bulunuz.

$$\Delta T = T_s - T_i \quad (4.3)$$



Şekil 4.1. Kurulan düzeneğin şematik devre gösterimi.

10. Hesaplama yaparken dikkat edilecek noktalar şunlardır:

- Q ısı, M kütle, c özısı ($c=1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ yaklaşık olarak alınacaktır), T sıcaklık olmak üzere, suya (kalorimetre kavanozuna) aktarılan ısı miktarı (Q):

$$Q = M_{\text{Toplam}} c \Delta T \quad (4.4)$$

Burada M_{Toplam} hem suyun hem mürekkebin ağırlıkları toplamı olarak alınacaktır.

- E elektriksel enerji, V devrenin gerilimi, I devreden geçen akım, t geçen zaman olmak üzere, lambaya verilen elektrik enerjisi (E):

$$E = V_i I_i t \quad (4.5)$$

- Isının J_e elektriksel eşdeğerini hesaplamak için, hem lamba tarafından harcanan toplam elektrik enerjisini (E) ve hem de su tarafından soğurulan toplam ısı miktarını (Q) hesaplayarak Isının elektriksel eşdeğeri (J_e) bulunabilir.

$$J_e = \frac{E}{Q} = \frac{\text{Joule}}{\text{Cal}} \quad (4.6)$$

- J_e değeri bulunacak ve 1 cal=4.18 Joule olduğunu kabul ederek % Hata hesaplanacaktır.

$$\% \text{Hata} = \left| \frac{J_{e\text{Teorik}} - J_{e\text{Deneyisel}}}{J_{e\text{Teorik}}} \right| \times 100 \quad (4.7)$$

Soru 1. Isının elektriksel eşdeğeri (J_e) hesaplamasında aşağıdaki faktörlerin sonuçlarınızın hassaslığına olası etkileri nelerdir? Bu etkilerin mertebesini tahmin edebilir misiniz?

a- Mürekkepli su görünür ışığı tamamen soğuramaz.

b- Kalorimetre kabı ve oda atmosferi arasında bir miktar termal enerji transferinin olması.

Soru 2. Isının elektriksel eşdeğeri (J_e) ile ısının mekaniksel eş değeri (J)'yi nasıl karşılaştırabilirsiniz? Neden?

Cevap:

Deney II-Akkor Lambanın Verimi (Kazancı):

1. Deneyinizi Deney I'de olduğu gibi aynı şekilde tekrar yapınız, **fakat suya mürekkep damlatmayınız ve kalorimetre kabını kullanmayınız. Bu şekilde beyaz ışığın tamamen sudan çıkmasını sağlamış olursunuz.**
2. Mürekkepsiz su ile kalorimetre kabı olmadan deneyi yaparken, görünür ışığın sistemden çıkması sağlanır. Fakat, su iyi bir kızılötesi (IR) soğurucusudur. Bu nedenle enerjinin, görünür ışık cinsinden yayılmayan kısmı, yani kızılötesi radyasyon, su tarafından soğurulacaktır. Bu da suyun soğurduğunu kabul ettiğimiz termal enerji olarak Q' ne katkıda bulunacaktır.
3. Verilen elektriksel enerji, ısı ve ışığa dönüşmektedir. Elektriksel enerji ışık enerjisi ve ısı enerjisinin toplamıdır.

Elektriksel Enerji = Işık Enerjisi + Isı Enerjisi

Işık enerjisi ise elektriksel enerji ve ısı enerjisinin farkıdır.

Lambanın verimi, görünür ışığa dönüşen enerjinin lambaya giren toplam enerjiye bölümü şeklinde tanımlanır.

4. Hesaplama yapılırken dikkat edilecek noktalar şunlardır:

- M_{su} suyun kütlesi olmak üzere, suya aktarılan ısı miktarı (Q')

$$Q' = M_{su} c \Delta T \quad (4.8)$$

NOT: Bulduğunuz Q' değerini, Deney I'de bulduğunuz J_e değeriyle çarparak Joule birimine çevirmeyi unutmayınız.

- Lambaya verilen elektrik enerjisi (E'):

$$E' = V_i I_i t \quad (4.9)$$

- % Verim Hesabı:

$$\% \text{ Verim} = \frac{(E' - Q' \times J_e)}{E} \times 100 \quad (4.10)$$

Soru 1. Lambanın kazancının hesaplanmasında, aşağıdaki faktörlerin, sonuçlarınızın hassaslığına olası etkileri nelerdir? Bu etkilerin mertebesini tahmin edebilir misiniz?

a- Su görünür ışığın tamamını geçirmeyip bir kısmını soğurur.

b- Su tarafından kızılötesi (IR) radyasyonun tamamı soğurulmaz.

Soru 2. Akkor lamba ışık kaynağı olarak mı yoksa bir ısıtıcı olarak mı daha kazançlıdır?

Soru 3. Lambanın verimi % 100 olabilir mi? Nedenini açıklayınız?

Cevap:

DENEY NOTLARI

5.Sonuç ve Rapor: Isının Elektriksel Eşdeğeri

Ad Soyad:

No:

Grup:

Tarih:

Deneyin Birinci Aşaması:

Q Hesaplanması	
M_{Su}	
$M_{Mürekkep}$	
M_{Toplam}	
T_i	
T_s	
ΔT	

❖ Tabloyu doldurunuz ve mürekkepli suya verilen ısı miktarını bulunuz.

E Hesaplanması	
V_i	
I_i	
t	

❖ Tabloyu doldurunuz ve toplam elektriksel enerjiyi hesaplayınız.

Sonuçlar	
E	
Q	
J_e	
%Hata	

❖ Sonuçları tabloya yazarak % Hata hesabının sebeplerini tartışınız.

Hesaplamalar:

Yorum:

Deneyin İkinci Aşaması

Q' Hesaplanması	
M_{Su}	
T_i	
T_s	
ΔT	

❖ Tabloyu doldurunuz ve suya verilen ısı miktarını bulunuz.

E' Hesaplanması	
V_i	
I_i	
t	

❖ Tabloyu doldurunuz ve toplam elektriksel enerjiyi hesaplayınız.

Sonuçlar	
E' (Joule)	
Q'(Joule)	
% Verim	

❖ % Verimi hesapladıktan sonra % verimin %100 çıkmama sebeplerini tartışınız.
Lamba iyi bir ısı kaynağıdır ışık kaynağı mıdır sorusuna cevap buldunuz mu?

Hesaplamalar:

Yorum:

DENEY 5

METALLERİN ÖZ ISISI



1. Amaç: Bir metalin öz ısısının belirlenmesi.

2. Ön Hazırlık:

2.1. Giriş:

Aynı miktardaki cisimlerin sıcaklıklarını belirli bir miktar yükseltmek için cisimlere verilmesi gereken enerji miktarları farklıdır. Örneğin, 1 kg suyun sıcaklığını 1°C yükseltmek için gerekli enerji miktarı 4186 joule'dür. Oysa 1 kg'lık bir bakır kütlenin sıcaklığını 1 °C yükseltmek için gerekli enerji miktarı yalnızca 387 joule'dür. Bir cismin sıcaklığını 1 °C yükseltmek için verilmesi gereken ısı enerjisine o cismin ısı kapasitesi (C) denir. Bu tanıma göre, cisme Q birimlik bir ısı verildiğinde, cismin sıcaklığı ΔT kadar değişir. O zaman,

$$Q = C\Delta T \quad (2.1)$$

olur. Herhangi bir cismin ısı kapasitesi, cismin kütlesi ile orantılıdır. Bu nedenle, öz ısıyı, birim kütle başına düşen ısı kapasitesi olarak tanımlamak daha doğru olur.

$$c = \frac{C}{m} \quad (2.2)$$

Öz ısı "c" sembolü ile gösterilir. *Isınma ısı* veya *özgül ısı* olarak da ifade edilebilir.

Isı miktarının ölçülmesinde birim kalori (cal)'dir. 1 cal, 1 gr saf suyun sıcaklığını 14.5 °C'den 15.5°C'ye çıkarmak için suya verilmesi gereken ısı miktarı olarak tanımlanır. Bundan dolayı öz ısı cal/g°C veya j/g°C birimiyle ifade edilir. Bütün maddelerin öz ısıları farklıdır. Öz ısı madde miktarına bağlı olmayıp madde cinsine bağlı olduğundan maddeler için ayırt edici bir özelliktir.

Aşağıdaki tabloda oda sıcaklığında ve atmosfer basıncı altında çeşitli maddelerin öz ısı değerleri verilmiştir.

Tablo 5.1. Bazı maddelerin öz ısı değerleri.

Madde	Özgül ısı (J/kg°C)	Özgül ısı (cal/gr°C)
Alüminyum	900	0,215
Bakır	387	0,0924
Altın	129	0,0308
Demir	448	0,107
Silikon	703	0,168
Pirinç	380	0,092
Cam	837	0,200
Buz (- 5 °C)	2090	0,50
Su (15 °C)	4186	1,00

Maddelerin öz ısıları sıcaklıkla değişir. Ancak sıcaklık aralığı çok büyük değilse, sıcaklık değişimi ihmal edilebilir ve c sabit alınabilir. Örneğin, suyun öz ısısı atmosfer basıncı altında 0 °C ile 100 °C arasında %1'lik bir değişim gösterir. Aksi belirtilmedikçe, böyle küçük değişimler dikkate alınmaz.

Cisimlerin öz ısıları ölçüldüğünde, elde edilen değerlerin deney şartlarına bağlı olduğu görülür. Genellikle, sabit basınç altında ölçülen değerler, sabit hacim altında ölçülen değerlerden farklıdır. Katı ve sıvılarda, bu iki değer arasındaki fark, genellikle %1-3 mertebesinde olduğundan, çoğu kez dikkate alınmaz. Yukarıdaki tabloda verilen değerler atmosfer basıncı altında ve oda sıcaklığında ölçülen değerlerdir. Gazların sabit basınç altındaki öz ısı değerleri ile sabit hacim altındaki öz ısı değerleri arasında büyük farklar vardır.

Elektrik enerjisi kullanılarak t zamanı boyunca ısıtılan bir maddeye verilen ısı enerjisi (Q), enerjinin korunumu prensibi gereğince aynı t zamanı boyunca harcanan elektrik enerjisine (E) eşittir. Kütlesi M, ısı kapasitesi c olan bir metalin t süre ısıtılması neticesinde sıcaklığındaki artma miktarı ΔT ile gösterilirse,

$$E = Q = mc\Delta T \quad (2.3)$$

eşitliği yazılabilir. Bu eşitlikte E harcanan elektrik enerjisi, Q metal tarafından alınan ısı enerjisidir. Yukarıdaki eşitlikten öz ısı (c);

$$c = \frac{E}{m\Delta T} \quad (2.4)$$

olarak bulunur.

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler:

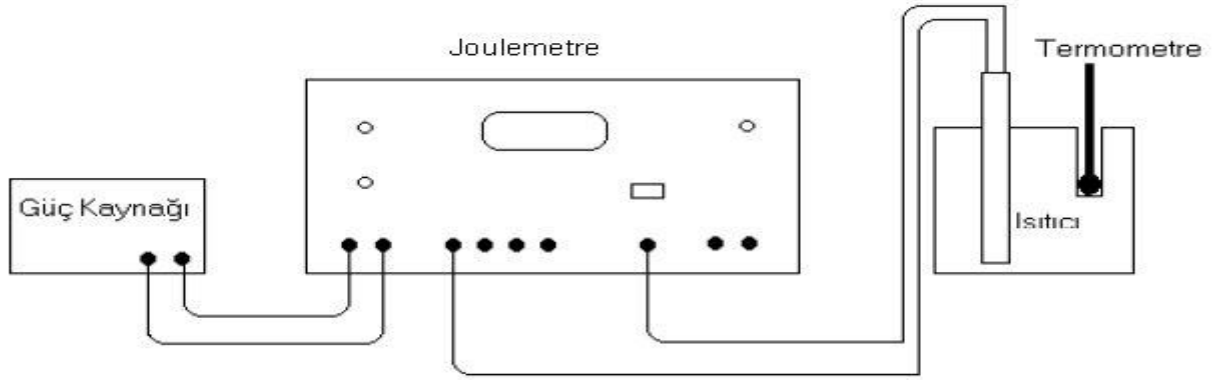
1. Güç kaynağı (12 V a.c)
2. Daldırmalı ısıtıcı (12 V,50W)
3. Metal bloklar (demir, alüminyum, bakır ve pirinç)
4. Termometre (-10 °C ile +110 °C arasında)
5. Joulemetre cihazı

3.1. Joulemetre Cihazı:

Joulemetre cihazı, elektrik enerjisini joule, gücü watt cinsinden direkt olarak ölçer. Sonuçlar sayısal bir gösterge ile verilir. Bu cihaz değişik amaçlarla kullanılabilir. Örneğin kalorimetre ısıtıcılarına sağlanan enerjiyi ölçmede; motorlarda giriş, dinamolarda çıkış gücünü ve onların verimlerini hesaplamada; bir kapasitörde depolanan enerjiyi ölçmede kullanılabilir.

Cihaz, hem alternatif (a.c) hem de doğru akımla (d.c) çalışabilen elektronik bir joulemetre ve wattmetredir. Cihaz maksimum 15 V'luk alternatif giriş voltajında 0.7 mA, 7mA, 0.7A ve 7A'lik maksimum akım aralığı olan bağlantılara sahiptir. Yani sırasıyla 1mA, 10mA, 1A ve 10A'lik doğru akımlar için maksimum giriş voltajı 20V'tur. Bunun anlamı, doğru akım kullanıldığında maksimum gücün iki kat artacağıdır. JOULE göstergesi x1, x10 ve x100'lük kademelere sahiptir.

4. Deneyin Yapılışı:



Şekil 5.1 Metallerin öz ısısı deney düzeneği.

1. Şekilde gösterilen devreyi inceleyiniz.
2. Güç kaynağının alternatif akım göstergesini 12 V olarak ayarlayınız.
3. Isıtıcıyı alüminyum külçe üzerindeki büyük delik içerisine daldırınız ve küçük delik içerisine de termometreyi yerleştiriniz.
4. Isıtıcıyı açmadan önce termometredeki ilk sıcaklık değerini gözlemleyip değeri Sonuç ve Rapor sayfasındaki tabloya kaydediniz.
5. Güç kaynağı ve joulemetre cihazını aynı anda açarak metali ısıtmaya başlayınız.
6. Joulemetre cihazı 3000 değerini gösterdiğinde 'Reset' düğmesine basarak, değeri sıfırlayıp metali ısıtmaya devam ediniz (Bu işlem, metal bloğun ısıtıcı çubuğa bir miktar ısı enerjisi aktarmasından dolayı oluşacak hata etkisini azaltmak için yapılmaktadır. Bu ısı enerjisi yaklaşık olarak 3000 J olarak alınmıştır).
7. Blok sıcaklığı ilk sıcaklığına göre 10-20 °C kadar yükseldiğinde yani joulemetre cihazı 13000 J ile 15000 J arasında bir değere geldiğinde güç kaynağını kapatarak joulemetre ekranındaki değeri (Q) kaydediniz.
8. Termometreyi ısıtıcıyı kapadıktan sonra bir müddet daha blok içerisinde bekleterek en yüksek sıcaklık değerini gözlemleyiniz ve değerini kaydediniz.
9. Bu işlemleri diğer metal bloklar için de tekrarlayarak elde ettiğiniz verileri

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \quad (2.5)$$

bağıntısında yerlerine yazarak her bir blok için öz ısı değerini hesaplayınız. Bulduğunuz sonuçları Tablo 5.1'deki gerçek değerleri ile kıyaslayarak ölçümdeki hata oranlarını hesaplayınız.

Soru: Kütleleri ve şekilleri aynı olan Alüminyum, Bakır ve Pirinç çaydanlıkların her birinin içerisinde eşit miktarda su olduğunu varsayınız. Başlangıçta her bir çaydanlıktaki suyun sıcaklığı birbirine eşittir. Bu üç çaydanlık aynı özdeş üç ısıtıcının üzerine konulursa hangi çaydanlıktaki su en önce kaynamaya başlar? Nedenini açıklayınız.

Cevap:

DENEY NOTLARI

5.Sonuç ve Rapor: Metallerin Öz Isısı

Ad Soyad:

No:

Grup:

Tarih:

Bakır için:

m	T _{ilk}	T _{son}	Q	c	%Hata

Hesaplamalar:

Alüminyum için:

m	T _{ilk}	T _{son}	Q	c	%Hata

Hesaplamalar:

Pirinç için:

m	T _{ilk}	T _{son}	Q	c	%Hata

Hesaplamalar:

Demir için:

m	T _{ilk}	T _{son}	Q	c	%Hata

Hesaplamalar:

Soru: Maksimum ısı depolamak için, deneyde öz ısılarını ölçtüğünüz metallere hangisini (demir, alüminyum, bakır ve pirinç) kullanırız?

Cevap:

DENEY 6

METALLERİN BOYCA GENLEŞMESİ



1. Amaç: Metallerin ısı ile genişlediğini gözlemlemek ve farklı metaller için boyca uzama katsayılarını bulup kıyaslamak.

2. Ön Hazırlık:

2.1. Giriş:

Genleşme, genişleme anlamından gelir. Sıcaklığı artırılan bir cismin uzunluk ya da hacminin değişmesi olayıdır. Katıları, sıvıları ya da gazları oluşturan tanecikler, ortalama konumları çevresinde sürekli çalkalanma halindedirler. Bu cisimlerden birine ısı biçiminde enerji verilirse, bu enerji kinetik enerjiye dönüşür; dolayısıyla, kinetik enerjisi artan tanecikler daha şiddetle titreşir ve daha geniş alana yayılmaya çalışırlar; yani sıcaklığı yükselen cisim (katı, sıvı, gaz) aynı zamanda genişler.

Katılarda genişlemeyi üç aşamada inceleyebiliriz.

Boyca genişleme: Bir metal çubuk ısıtıldığında boyundaki uzama miktarı, boyca uzama miktarı (Δl) olarak gösterilir ve

$$\Delta l = l_0 \cdot \lambda \cdot \Delta T \quad (2.1)$$

denklemleri ile hesaplanır.

Yüzeyce genişleme: Bir metal levha ısıtıldığında alanındaki artma miktarı, yüzeyce genişleme miktarı (ΔS) olarak gösterilir ve

$$\Delta S = S_0 \cdot 2\lambda \cdot \Delta T \quad (2.2)$$

denklemleri ile hesaplanır.

Hacimce genişleme: Bir metal kütle ısıtıldığında hacmindeki artma miktarı, hacimce genişleme miktarı (ΔV) olarak gösterilir ve

$$\Delta V = V_0 \cdot 3\lambda \cdot \Delta T \quad (2.3)$$

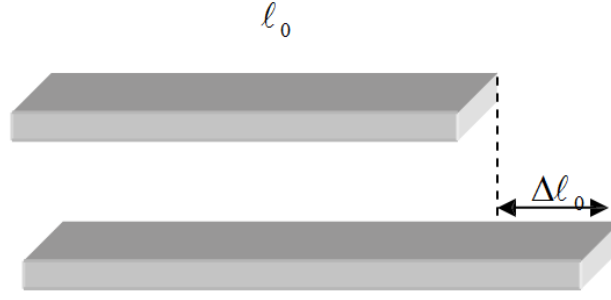
denklemleri ile hesaplanır.

2.2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler:

Bir maddenin atomları denge konumları etrafında belirli bir genlikle salınım hareketi yaparlar. Maddeye enerji verildiği zaman bu enerji maddenin atomlarının salınım genliğini artırır. Aynı zamanda maddenin atomları arasındaki uzaklık da artabilir. Bir maddenin atomları arasındaki uzaklığın aldığı enerji sayesinde artış göstermesine “**maddenin genişmesi**” denir.

Maddenin genişlediği zaman hacminde bir artış görülür. Aslında tüm genişlemeler hacimcedir. Uzun bir demir çubuk ısıtıldığı zaman boyu uzar ve bunun yanında kalınlığı da artar. Ancak kalınlığındaki artış, boyundaki uzamanın yanında önemsenmeyecek kadar az olduğundan bu olaya sadece “**boyca genişleme**” adı verilir.

Birim uzunlukta bir telin sıcaklığını $1^\circ C$ arttırdığımızda telin boyundaki değişim miktarına bu telin yapıldığı maddenin “**boyca uzama katsayısı**” denir ve α ile gösterilir. Birimi $1/^\circ C$ dir.



Şekil 1. Boyca Uzama

Boyca uzama katsayısı α olan l_0 uzunluğundaki bir telin sıcaklığı Δt kadar değiştirildiğinde, uzunluğu Δl kadar artıyorsa, aşağıdaki bağıntı kullanılır.

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad (2.4)$$

Güncel Örnek: Günlük hayatımızda boyca genleşme olayına sıkça rastlarız. Örneğin; yazın tren raylarının, elektrik ve telefon tellerinin sıcaklığın artması nedeniyle uzadığını görmüşsünüzdür.

50 metre uzunluğundaki tren rayları birleştirilirken, raylar arasına boşluk bırakıldığı görülür. Bunun sebebi yazın genleşen rayların sıkışarak bükülmesini önlemektir. Kışın, trenin alt kısmından tren yolcularının aşına olduğu ritimli bir ses gelir. Bu ses, havaların soğumasıyla demir rayların boyunun kısalması ve bunun sonucunda raylar arasında meydana gelen boşluğa girip çıkan demir tekerleklerin sesidir.

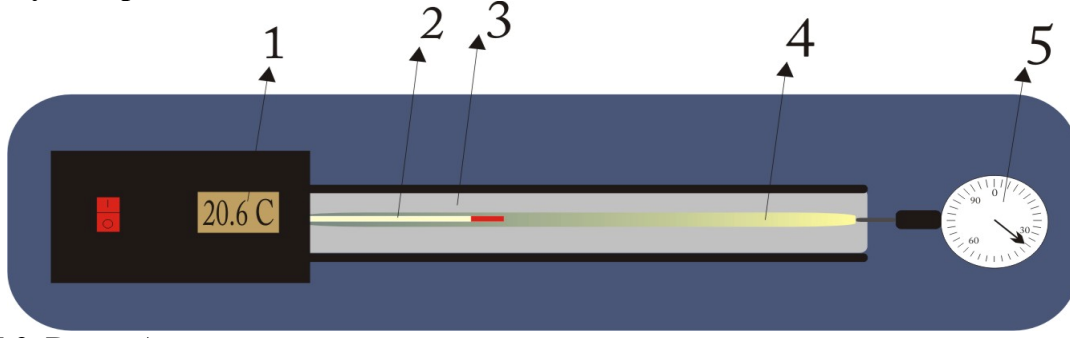
SORU: Erzurum'a yeni tren rayları döşenmek istenmektedir. Bu 50 metre uzunluğundaki çelik rayların birleştirilmesi sırasında aralarına konulacak ideal boşluğu hesaplayarak yazınız. (NOT: Hesaplama için gerekli verileri sizin bulmanız gerekmektedir.)



3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler:

1. Deney Aparatı
2. 3 adet metal çubuk (Pirinç, Alüminyum , Demir)
3. Cetvel

4. Deneyin Yapılışı:



Şekil 2. Deney Aparatı

1. Dijital Sıcaklık Göstergesi
2. Isı dedektörü
3. İnfrared ısıtıcı
4. Metal Çubuk
5. Mikrometre

Deney Adımları:

1. Seçtiğiniz metal çubuklardan birini aparata yerleştirmek için dijital gösterge ve mikrometrenin bulunduğu yerdeki vidaları gevşetin.
2. Isı detektörünü metal çubuğun ortalarına gelecek şekilde metal çubuğun içine sokun, ardından metal çubuğu sol ve sağ taraftaki deliklerden geçirip mikrometrenin ibresi oynayacak şekilde ucuna dokundurarak itin. Bu şekilde mikrometre ile metal çubuk arasında boşluk kalmadığından emin olunacak ve uzama miktarı daha hassas ölçülebilecektir.
3. Mikrometrenin gösterdiği değeri önemsemeden 2 vidayı da sıkılaştırıp metal çubuğu sabitleştirin. Sıkma esnasında metal çubukta bir eğilme olmadığına dikkat edin.
4. Mikrometreyi kalibre etmek için mikrometrenin üstündeki döner skalayı mikrometrenin ibresi sıfıra gelecek şekilde döndürün.

SORU-1: Kalibrasyon ne demektir?

CEVAP:

5. Aparatı çalıştırmadan önce dijital göstergeden o anki sıcaklığı okuyun ve Tablo 1'e not alın.
6. Çubuğun ilk boyunu (l_0) ölçünüz.

SORU-2: Çubuğun ilk boyu ℓ_0 'i belirlemek için sizce hangi noktalar arasında ölçmeniz gerekir?

CEVAP:

7. Aparatın fişini prize takıp ısıtıcının çalıştırma düğmesine basın.
8. Sıcaklık arttıkça çubuk genişleyecek ve mikrometreye uyguladığı kuvvet artacaktır. Bu kuvvet sayesinde mikrometredeki değerin değiştiği gözlenecektir.

SORU-3: Isıtıcı açıldıktan ne kadar süre sonra mikrometrenin ibresi hareket etmeye başlamıştır? Geçen bu zamanın sebebi ne olabilir?

CEVAP:

9. Mikrometre ilk hareket etmeye başladığında sıcaklık değerini Tablo 1 deki ilk tabloya not alın. Belirli sıcaklıklar için uzama miktarını yine bu tabloya not almaya devam edin. Sıcaklık $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye geldiğinde mikrometredeki değeri son kez okuyun ve not aldıktan sonra ısıtıcının düğmesini kapatın.
10. Sıcaklığın düşüp tehlikesiz bir değere gelmesini bekleyin. Vidaları gevşeterek dikkatli bir şekilde metal çubuğu çıkarın. Diğer metal çubuklardan birini seçerek 2. Adımdan itibaren yaptığınız işlemleri tekrarlayın.
11. Aldığınız değerlerden başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ve bu sıcaklıklar arasında meydana gelen uzama miktarını kullanarak üç metal içinde uzama katsayısını hesaplayın ve Tablo-2'ye not alınız.
12. Deney sonunda her bir metal için bulduğunuz elementin doğru olup olmadığını deney föyünün sonundaki bilgilere bakıp kontrol edin.

ÖDEV: Aldığınız verileri kullanarak metallere biri için, MS Excel yardımı ile Δl nin T 'ye göre grafiğini çizin ve uygun eğilim eğrisini "Trendline" fonksiyonunu kullanarak çizin. Uzama katsayılarını bu eğrinin eğimini kullanarak tekrar hesaplayınız.

DENEY NOTLARI

5.Sonuç ve Rapor: Metallerin Boyca Genleşmesi

Rapor (70)	Quiz/Ödev (10)	Performans(20)	Toplam

Ad Soyad:

No:

Grup:

Tarih:

TABLO – 1

1.Metal Ç	Δl (m)	T (C)	2.Metal Ç	Δl (m)	T (C)	3.Metal Ç	Δl (m)	T (C)
1.			1.			1.		
2.			2.			2.		
3.			3.			3.		
4.			4.			4.		
5.			5.			5.		
6.			6.			6.		
7.			7.			7.		
8.			8.			8.		
9.			9.			9.		
10.			10.			10.		

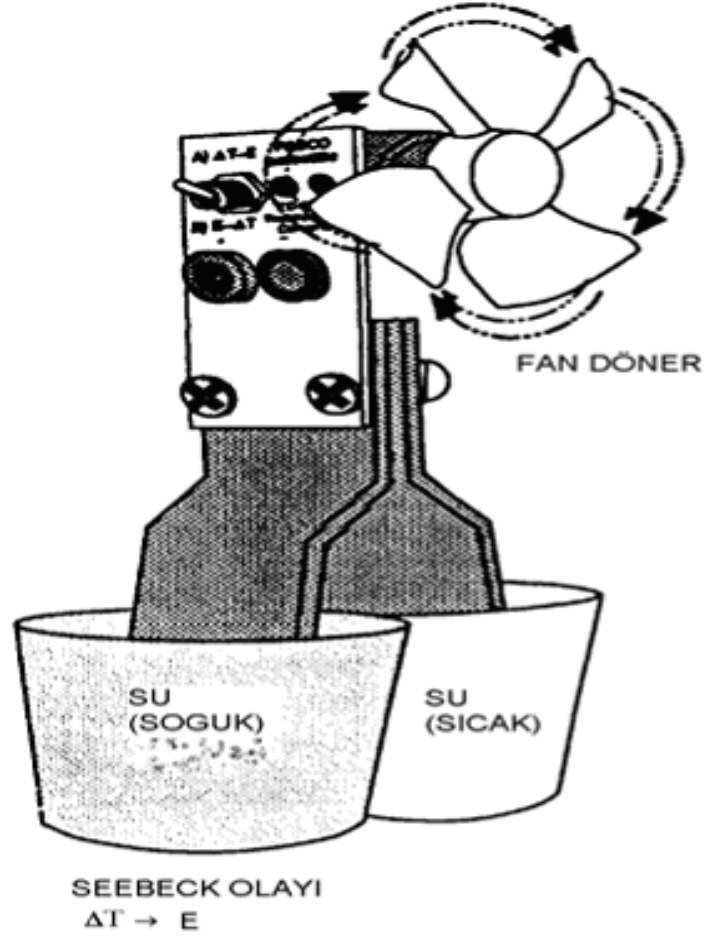
TABLO - 2

Metaller	Teorik α	Deneysel α	Sorular
Bakır	17×10^{-6}		1. Üç farklı metal için de bulduğunuz uzama katsayıları birbirinden farklı mı?
Prinç	19×10^{-6}		
Alüminyum	23×10^{-6}		
Demir	$11,1 \times 10^{-6}$		2. Bulduğunuz sonuçlara göre üç metalin de cinslerini yandaki tabloyu kullanarak belirlemeye çalışınız?
Kurşun	29×10^{-6}		
Belirsiz ?	...		

Hesaplamalar:

DENEY 7

TERMOELEKTRİK DÖNÜŞTÜRÜCÜ



1. Amaç: Termodinamiğin Birinci ve İkinci yasası arasındaki ilişkiyi ispatlamak ve Termoelektrik dönüştürücülerin yapısı ve çalışma prensibi hakkında bilgi vermek.

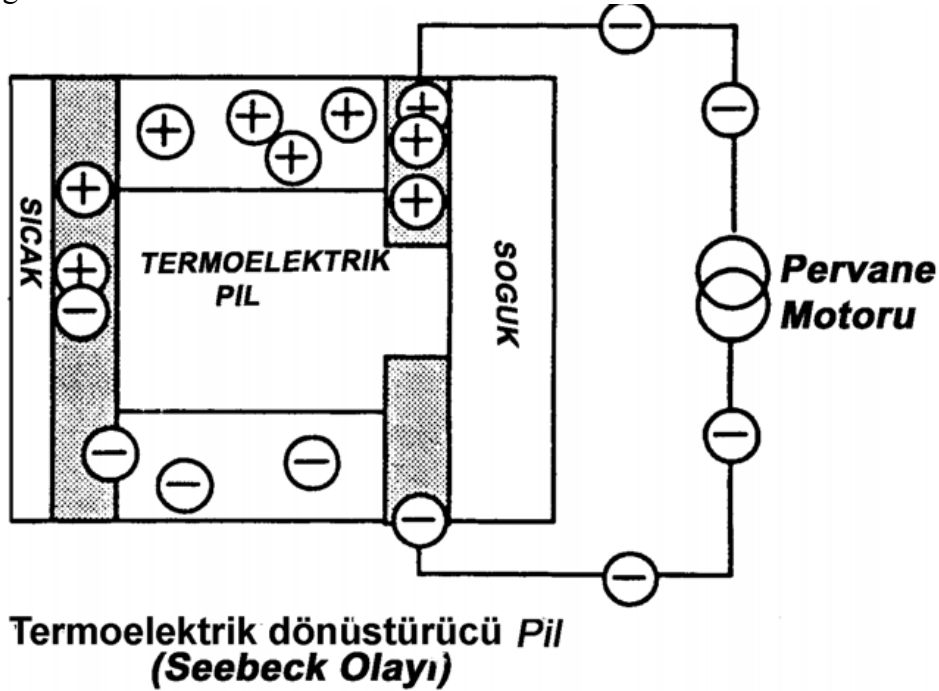
2. Ön Hazırlık:

2.1 Giriş:

Termoelektrik, elektrik enerjisi ile ısı enerjisinin birbirleri arasındaki dönüşüm olarak bilinir. Bu deneyde kullanılacak olan Pasco model TD-8550A termoelektrik dönüştürücü, iki alüminyum bacak arasına yerleştirilmiş bir termoelektrik ısı pompasından oluşmuştur. Termoelektrik ısı pompasından geçen elektrik akımı, şaftına bir pervane yerleştirilmiş olan küçük bir motoru harekete geçirebilir. Dönüştürücü, 1821 yılında keşfedilen **Seebeck Olayını** ve 1934'te keşfedilen **Peltier Olayını** ispatlamak için kullanılır.

2.2 Seebeck Olayı:

Termoelektrik ısı pompasının uçları arasında bir ısı farkı oluşturulduğunda, küçük motoru harekete geçirecek bir akım doğar ($\Delta T \rightarrow E$). Bu olay **Seebeck etkisi** olarak bilinir. Termoelektrik dönüştürücü bir dizi termoelektrik pillerden oluşmaktadır. Bu piller, termal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler. Her pil yarıiletken bir alettir. Bir pilin basit şekli aşağıdaki gibidir.



Şekil 7. 1 Seebeck Olayı

Seebeck Olayı süresince, pile giren ısı pil içindeki elektronların bir kısmının enerji düzeylerini artırır. Daha yüksek enerji düzeyindeki elektronlar, yarıiletkenin kristal yapısında artık hareket edecek şekilde serbest kalırlar. Elektronlar serbest hale geçtiklerinde, kristal içerisindeki elektronların yerleri boş kalır ve böylece deşikler (holler) oluşur. Kristal içerisindeki düşük enerjili elektronlar, kristalin içinde serbestçe hareket edememelerine rağmen, bir deşikten diğerine sıçrayabilirler. Bu şekilde, deşikler yarıiletken materyal içinde yer değiştirebilirler.

Şekil 7-1’de görüldüğü gibi, elektronlar N-tipi yarıiletken materyalden ve deşikler ise P-tipi yarıiletken materyalden taşınırlar. Bu şekilde elektronlar dış devreden akarlar ve pervane motoru çalışır. Elektronlar devrenin diğer ucundan, pile tekrar girerler ve P-tipi yarı iletkenin deşikleriyle karşılaşır. Bu olay, pilin soğuk ucuna yakın yerde meydana gelir. Böylece, elektronlar deşiklere düşerler ve bu arada fazla enerjilerini ısı olarak buralara bırakırlar. Pilin iki ucu arasında sıcaklık farkı olduğu sürece, elektronlar ve deşikler devamlı yer değiştirmeye ve pervane de dönmeye devam eder. Bununla birlikte, eğer sıcaklık farkı yoksa elektronlar fazla enerjilerini bırakacakları yerler olmadığından deşikler ile tekrar birleşemezler.

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler:

1. Pasco model TD-8550A Termoelektrik dönüştürücü.
2. Soğuk ve sıcak su kabı.
3. 2 adet kablo.
4. DC güç kaynağı.

1) Isı ve Sıcaklık nedir?

2) Entropi, Tersinir ve Tersinmez süreçler nedir, örnek vererek açıklayın?

3) Yarıiletken nedir, P ve N- tipi yarı iletken nedir?

4. Deneyin Yapılışı:

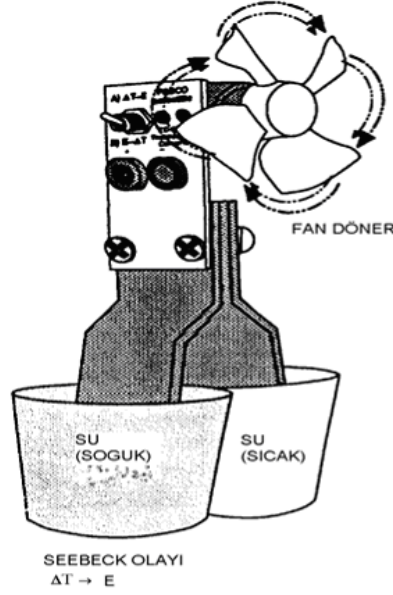
4.1 Seebeck Deneyi:

1. Şekil 7-2’de termoelektrik dönüştürücünün üst kısmı görülmektedir. Seebeck Olayını göstermek için anahtarı yukarı konuma ($\Delta T \rightarrow E$) getiriniz.



Şekil 7. 2. Termoelektrik dönüştürücünün üst kısmı

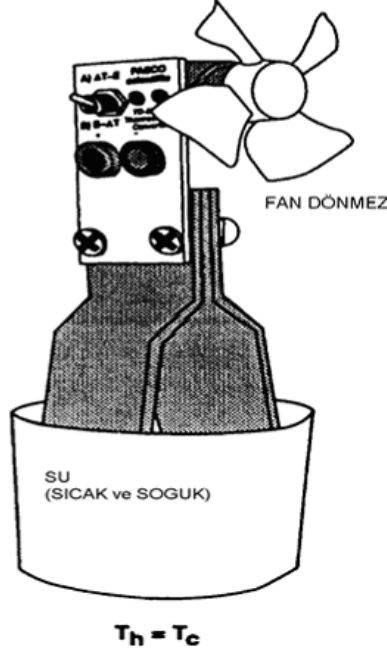
2. Kaplardan birine soğuk diğerine ise sıcak su koyunuz.
3. Şekil 7-3’deki gibi termoelektrik dönüştürücünün bacaklardan birini soğuk su (buzlu) bulunan bir kaba, diğerini de sıcak su (kaynamış) bulunan bir kaba yerleştirin.



Şekil 7.3. Seebeck Olayının Gerçekleşmesi (sıcak-soğuk su ayrı kaplarda)

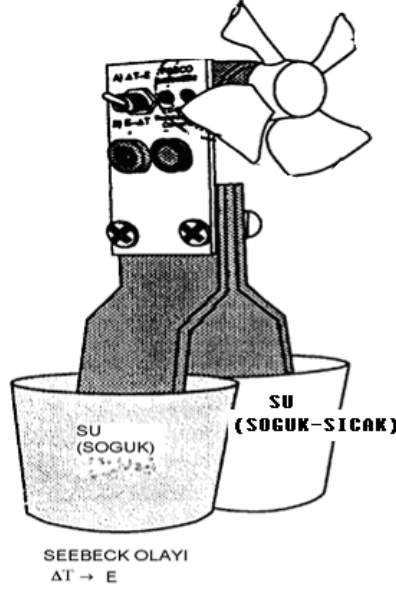
Sıcak sudaki termal enerjinin bir kısmı, dönüştürücü aracılığı ile işe dönüşecek ve pervane dönecektir.

4. Soğuk ve sıcak suyu daha geniş bir kaptaki karıştırın. Her iki bacağı da bu kaba yerleştirin ve pervanenin hareketini gözleyin dönüyor mu yoksa duruyor mu?



Şekil 7.4. Seebeck Olayının Gerçekleşmesi (sıcak-soğuk su aynı kaptaki)

5. Daha ileri ki bir gösterim olarak karışmış suda hala yeterli miktarda enerji kaldığını göstermek için bacaklardan birini karışmış suya, diğerini de sadece buz olan bir kaba koyup gözleyin.



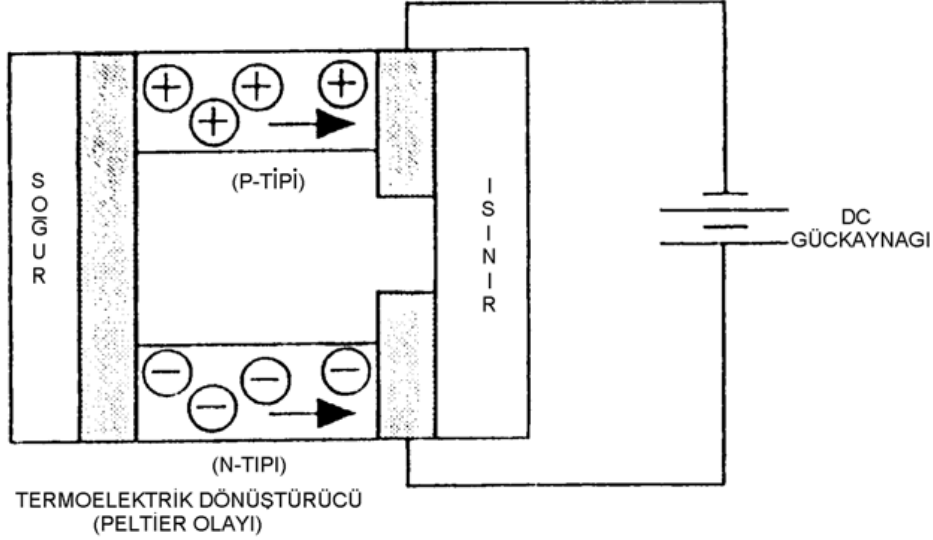
Şekil 7. 5. Seebeck Olayının Gerçekleşmesi (soğuk su ve sıcak-soğuk su ayrı kaplarda)

Suyun toplam iç enerjisi, sıcak ve soğuk suyu karıştırmaktan dolayı değişmemiştir. Böylece, su içerisinde hala pervaneyi döndürmeye yetecek miktarda enerji vardır. Fakat bu durum Kelvin'in ifade ettiği gibi termodinamiğin ikinci yasasını bozar. İkinci yasanın bozulması entropinin $\Delta S = Q/T$ ifadesi kullanılarak anlatılabilir. Burada ΔS entropideki değişim, Q taşınan ısı, T ısının taşındığı sıcaklıktır. Sadece su kaplarında oluşan ısı taşınımını göz önüne alırsak şu durumların yer aldığı gözlenebilir:

- Sıcak suyun entropisindeki değişim $\Delta S_h = Q_h/T_h$ negatiftir. Bunun nedeni sudan dönüştürücüye doğru ısı taşınımının olmasıdır.
- Soğuk suyun entropisindeki değişim $\Delta S_c = Q_c/T_c$ pozitifdir. Bunun nedeni dönüştürücüden suya doğru ısı taşınımının olmasıdır.
- İkinci yasaya göre, entropideki toplam değişim $\Delta S_t = \Delta S_c - \Delta S_h$ pozitif olmalıdır. Bu yüzden işlem, eğer $Q_c/T_c > Q_h/T_h$ ise oluşacaktır.
- Pervanenin dönebilmesi için, sıcak sudan taşınan ısının bir kısmı işe dönüştürülecek ve bu yüzden soğuk suya tekrar döndürülmesi mümkün olmayacaktır. Böylece pervane ne zaman dönerse $Q_h > Q_c$ olacaktır.
- (c) ve (d) seçeneklerinin, sadece $T_h > T_c$ ise, her ikisi de doğru olabilir. Bununla birlikte, bir kere su karıştırılırsa $T_h = T_c$ ' dir. Bu yüzden de eğer pervane dönerse termodinamiğin İkinci yasası bozulacaktır.

4.2. Peltier Olayı:

Termoelektrik ısı pompasından bir akım geçirildiğinde bir ısı farkı meydana gelir. ($E \rightarrow \Delta T$). Bacaklardan biri soğurken diğeri ısınmaya başlar. Bu **Peltier Olayı** olarak bilinir ve sonuçta dönüştürücü bir “ ısı kapasitörü” olarak çalışır.



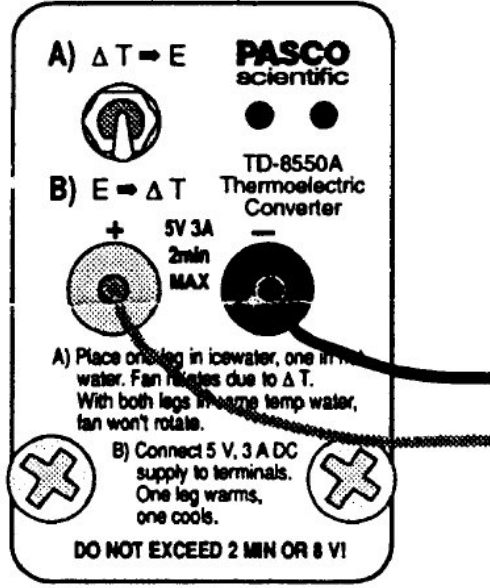
Şekil 7.6. Peltier Olayı

Peltier olayı esnasında, uygulanan elektriksel potansiyel farkı, N ve P-tipi yarıiletken materyalin bir ucundan diğerine elektron ve deşiklerin taşınmasına neden olur. N-tipi yarıiletkendeki elektronların hareketi yarıiletkenin bir ucundan iç enerji aktarılmasıyla sonuçlanır ve soğur. Aynı sonuç deşik taşınması süresince P-tipi yarıiletken için meydana gelir. Dönüştürücünün “soğuk” bacağından “sıcak” bacağına doğru ısı aktarımı devrenin içinden geçen taşıyıcı akımla ve termoelektrik pompa yapan termoelektrik pillerin sayısı ile orantılıdır.

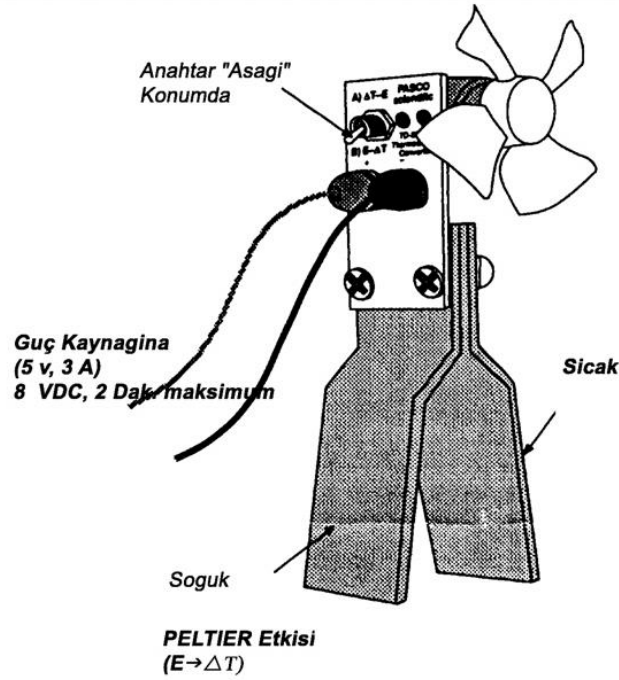
Termoelektrik dönüştürücülerin en yoğun kullanım alanı elektrik üretimi değil de soğutma alanında olmuştur. Otomobillerde kullanılan küçük buzdolapları, bilgisayar işlemcilerinin soğutulması, otomobil egzozlarında oluşan ısıyı enerjiye dönüştürme gibi alanlarda kullanılmaktadır. Termoelektrik dönüştürücüler buzdolaplarında olduğu gibi gaz sıkıştırıcı kompresörler kullanmadığı için oldukça sessiz çalışırlar.

4.3 Peltier Deneyin Yapılışı:

1. Peltier olayını göstermek için Şekil 7-7’de üst kısmı görülen termoelektrik dönüştürücünün anahtarını aşağı ($E \rightarrow \Delta T$) konumuna getiriniz.
2. Güç kaynağını, iki adet kablo kullanarak, dönüştürücü üzerindeki kırmızı (+) ve siyah (-) uçlara bağlayınız. Güç kaynağını açınız ve 5 volta ayarlayınız.



Şekil 7. 7. Termoelektrik dönüştürücünün üst kısmı



4.4 Isı Kapasitörü:

Isı kapasitörü Peltier Olayı gözlemlendikten sonra güç kaynağının dönüştürücü ile bağlantısı ayrılır ve anahtar $\Delta T \rightarrow E$ konumuna getirilir. Termoelektrik ısı pompasına elektrik akımı uygulandığında oluşan sıcaklık farkı motoru harekete geçirecek şekilde bir akım üretmesine neden olur. Bu olay **Seebeck Olayının** diğer bir gösterim şeklidir.

DENEY NOTLARI

5.Sonuç ve Rapor: Termoelektrik Dönüştürücü

Ad Soyad:

No:

Grup:

Tarih:

Sorular:

1. Termodinamiğin yasalarını açıklayınız?
2. Termoelektrik dönüştürücüyü sıcak-soğuk su karışımı içerisine yerleştirdiğinizde ne gözlediniz?