

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLI**

KİMYA TEKNOLOJİSİ

ISI TRANSFERİ
524KI0100

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. ISI İLE GENLEŞME.....	3
1.1. Sıcaklık	3
1.1.1. Sıcaklık Ölçüleri	3
1.1.2. Sıcaklık Dönüşümleri	4
1.2. Isı.....	5
1.2.1. Öz Isı (Isınma Isısı)	5
1.2.2. Genleşme ve Sıkıştırılabilirlik	6
UYGULAMA FAALİYETİ	9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	12
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	13
2. REAKSİYON ISISI (ENTALPİSİ).....	13
2.1. Entalpi (ΔH).....	14
2.2. Oluşum Entalpisi (Isısı)	14
2.3. Reaksiyon Entalpisi.....	15
2.4. Reaksiyon Isılarının Toplanabilirliği (Hess Kanunu)	16
2.5. Reaksiyon Isılarının Ölçülmesi ve Kalorimetre	16
UYGULAMA FAALİYETİ	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	21
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	22
3. ISININ HAREKETİ.....	22
3.1. Isı İletimi (Kondüksiyon).....	22
3.2. Faurier Isı İletim Kanunu	23
3.3. Konveksiyonla Isı Transferi.....	26
3.4. Işınım ile Isı Transferi.....	30
UYGULAMA FAALİYETİ	32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	37
MODÜL DEĞERLENDİRME	40
CEVAP ANAHTARLARI.....	45
KAYNAKÇA	48

AÇIKLAMALAR

KOD	524KI0100
ALAN	Kimya Teknolojisi
DAL	Petrol- Petrokimya, Petrol- Rafineri
MODÜL	Isı Transferi
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül metallerde genleşmeyi, ısı değiştiricileri devreye alabilecek, kondüksiyon ile ısının hareketini ve konveksiyon ile ısının hareketini gerçekleştirebilme ile ilgili bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 24
ÖN KOŞUL	
YETERLİLİK	Isı transferi yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında ısı transferini yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Metallerde genleşmeyi gerçekleştirebileceksiniz. 2. Isı değiştiricileri devreye alabilecek ve çıkarabileceksiniz. 3. Kondüksiyon ile ısının hareketini gerçekleştirebileceksiniz 4. Konveksiyon ile ısının hareketini gerçekleştirebileceksiniz
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, kütüphane, bilgi teknolojileri ortamı (İnternet), kendi kendinize veya grupla çalışabileceğiniz tüm ortamlar Donanım: Bakır tel, destek çubuğu, metal metre, termometre, bunzen beki, beher, bakır tel, alüminyum tel, 3 adet termometre, alüminyum folyo, izolasyon malzemesi, spor, kısıkaç, üç ayak, amyant tel, metre, fırın, termometre, üç ayak, destek çubuğu, kısıkaç, Beher, saf su, NaOH
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Isı transferi hayatın bir parçasıdır ve yaşamın devam etmesi için önemlidir. Vücudun ısı dengesi, soğuk havalarda kalın giysiler giyerek ısı kaybının azaltılması, sıcak havalarda ise ince giysiler giyerek fazla ısının vücuttan atılması ile sağlanır. Evimizin içinde bulunan buzdolabı, fırın, termos, düdüklü tencere, saç kurutma makinesi, ütü ve ısıtma cihazları gibi aletlerin yanı sıra; otomobilin motoru, radyatör, ısıtma sistemi ve kliması hep birer ısı transfer uygulamasıdır.

Günlük yaşantımızda kullandığımız bazı kelimeleri anlamını tam olarak ifade edemediğimiz hâlde kullanırız. “Enerji” bu kelimelerden biridir. Enerjinin iş yapmada kullanıldığı yaygın olarak bilinmektedir fakat enerji, ısı ve iş arasındaki ilişki çoğu zaman yanlış değerlendirmelere sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra ısı ve sıcaklık terimleri de çoğu zaman yanlış yerde ve yanlış anlamlarda kullanılmaktadır.

Bu modülle sıcaklığın skaler, ısının vektörel bir büyüklük olduğunu, kimyasal tepkimeler gerçekleşirken ısı alıp verdiklerini, sıcaklıkla metallerin uzadığını, ısının iletim, taşınım ve ışınlama ile transfer edildiğini öğreneceksiniz.

Bu modülü başarıyla bitirdiğinizde evinizde, okulunuzda ve fabrikalarda ısının nasıl transfer edildiğini ve kontrol altında tutulduğunu çok daha iyi anlayabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Kuralına uygun olarak metallerde genleşmeyi gerçekleştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Boyları ve kütleleri aynı olan farklı iki metalin eşit sıcaklık artışıdaki uzamalarının farklı oluşunu araştırınız.
- Boyları ve kütleleri aynı olan farklı iki metalin eşit sıcaklık artışında uçları arasında oluşan elektrik voltajını nedenleri ile araştırınız.

1. ISI İLE GENLEŞME

1.1. Sıcaklık

Sıcaklık çok sık kullanılan bir kavram olduğu hâlde, sıcaklığın tam bir tanımını yapmak oldukça güçtür. Sıcaklık duyularla algılanmakta ve genellikle “sıcak” veya “soğuk” kavramlarıyla ifade edilmektedir. Gözlemlerimizden sıcak ve soğuk iki cisim birbirine temas ettirilmesi hâlinde, sıcak olanın soğuduğunu, soğuk olanında ısındığını, belli bir süre temas hâlinde kaldıklarında ise her ikisinde aynı sıcaklık veya soğukluğa ulaştıklarını biliyoruz. Bir maddenin ısı durumunu belirten bir ifade olan sıcaklık **ısı geçişine neden olan etken** olarak da tanımlanmaktadır. Ancak sıcaklık artmaksızın da ısı geçişi olabileceği (hâl değişimleri esnası) hatırdta tutulmalıdır.

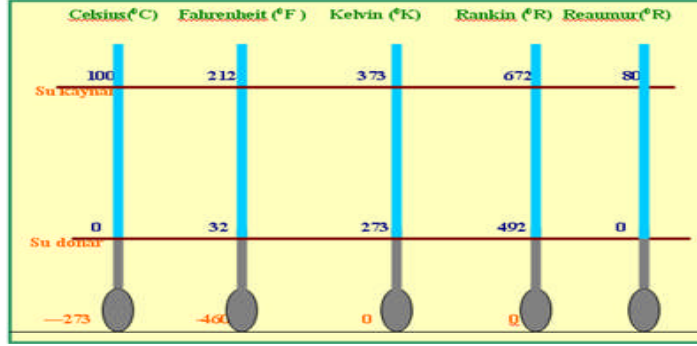
Kaydedilen ilk sıcaklık ölçümü, Galileo tarafından on altıncı yüz yılın sonlarında yapılmıştır. Galileo'nun termometresi havanın genişlemesi olayına bağlıydı. Sıcaklık ile ısı arasındaki farkın bilinmesi gerekir. Sıcaklığın etkisi ortamdaki moleküllerin hem dönmesi hem de titreşiminden doğan bir çalkantı hâlidir. Cismin sıcaklığı ne kadar fazla ise moleküllerin titreşim enerjisi o kadar büyük ve bu moleküllerin kinetik enerjilerinin bir başka cisme transfer potansiyeli o kadar yüksek olur. Sıcaklık, ısının yüksek sıcaklık noktasından düşük sıcaklık noktasına hareketini sağlayan bir potansiyeldir.

1.1.1. Sıcaklık Ölçüleri

Sıcaklıkları karşılaştırmak ve ölçmek için sıcaklık ölçüsünde anlaşma gereği vardır. Sıcaklık ölçüleri sabit sıcaklıklarda meydana gelen fiziksel olaylar cinsinden ifade edilir. Bu olayların sıcaklıkları “sabit noktalar” olarak bilinir. Sıcaklık ölçü aletlerine **termometre** denilmektedir. Yaygın olarak kullanılan sıcaklık göstergeleri Celsius (°C), Fahrenheit (°F), Kelvin (°K), Rankin (°R) ve Reaumur (°R)'dür.

Sıcaklık bir ısı ölçüsüdür. Tüm ölçüm sistemlerinde bir referans noktası vardır. Sıcaklık ölçümleri içinde referans noktası, suyun donma sıcaklığı olarak alınmıştır. Bu

sıcaklık “0” santigrat derece ($^{\circ}\text{C}$) olarak kabul edilmiştir. Bilinen en düşük sıcaklık ise bir maddenin moleküler hareketinin durduğu, herhangi bir ısı enerjisinin olmadığı “ Mutlak 0 “ olarak ifade edilen derece Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) kabul edilmiştir.



Şekil 1.1: Sıcaklık ölçekleri

1.1.2. Sıcaklık Dönüşümleri

Farklı birimlerde verilen sıcaklık değerleri birbirlerine dönüştürülebilir.

Celsius (santigrat) ile **Fahrenheit** derecesi arasında suyun donma ve kaynama noktaları baz alınarak oranlama yapılırsa

$${}^{\circ}\text{F} = 1,8 t^{\circ}\text{C} + 32 \quad \text{veya} \quad {}^{\circ}\text{C} = \frac{t^{\circ}\text{F} - 32}{1,8}$$

bağıntıları yazılır.

Örnek: 167 Fahrenheit derecesinin kaç Celsius (santigrat)’a eşit olduğunu hesaplayınız.

Çözüm: Verilen Fahrenheit derecesini bağıntıda yerine yazılır ve hesaplanır.

$${}^{\circ}\text{C} = \frac{t^{\circ}\text{F} - 32}{1,8} \Rightarrow {}^{\circ}\text{C} = \frac{167 - 32}{1,8} \Leftrightarrow C = 75$$

Celsius ile **Reaumur** derecesi arasında suyun donma ve kaynama noktaları baz alınarak oranlama yapılırsa

$${}^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5} t^{\circ}\text{C} \quad \text{veya} \quad {}^{\circ}\text{C} = \frac{5}{4} t^{\circ}\text{R}$$

bağıntıları yazılır.

Örnek: 65 Celsius derecesinin kaç Reaumur’e eşit olduğunu hesaplayınız.

Çözüm: Verilen Celsius derecesini bağıntıda yerine yazarak

$${}^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5} t^{\circ}\text{C} \Rightarrow {}^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5} \times 65 \Rightarrow {}^{\circ}\text{R} = 52 \text{ bulunur.}$$

Mutlak sıcaklık: On dokuzuncu yüz yılın ortalarında Lord Kelvin sıcaklık ölçümünü mekanik iş cinsinden tarif etmiştir. Kelvin donma ve kaynama noktaları arasındaki aralığı 100 eşit aralığa böldü. Böylece bir Kelvin, bir Celsius derecesi ile aynı sıcaklık aralığını göstermesini sağladı. Termodinamik hesaplamalarında sıcaklık ölçeği “Kelvin” olarak kullanılmaktadır. Kelvin ve Celsius ölçüleri arasındaki ilişki $T (^{\circ}K)$ ve $t (^{\circ}C)$ sembolleriyile ifade edilir.

$$T (^{\circ}K) = t (^{\circ}C) + 273 \text{ veya } t (^{\circ}C) = T (^{\circ}K) - 273$$

Rankin değerleri mutlak derecelerdir. Mutlak değerde olması gereken en düşük sıcaklık $0 ^{\circ}C$ 'dir. Fahrenheit ve Rankin ölçekleri İngiltere ve ABD'de kullanılmaktadır. Genelde veriler, birimler, buhar tabloları bu iki ölçek kullanılarak basılmıştır. Rankin ölçeği Fahrenheit'a karşılık gelen termodinamik sıcaklıktır. Rankin'in derecesi genelde Fahrenheit cinsinden ifade edilir. Hatırlanması gereken sayı 460'tır.

$^{\circ}R$ 'yi $^{\circ}F$ 'e çevirmek için R 'den 460 çıkarılır. $^{\circ}F$ 'e $^{\circ}R$ 'yi çevirmek için 460 eklenir.

$$^{\circ}F = ^{\circ}R - 460 \text{ veya } ^{\circ}R = ^{\circ}F + 460$$

Örnek 1.4: 530 $^{\circ}R$ kaç $^{\circ}F$ 'dir?

$$\text{Çözüm : } ^{\circ}F = ^{\circ}R - 460 \Rightarrow ^{\circ}F = 530 - 460 \Rightarrow ^{\circ}F = 70$$

1.2. Isı

Termodinamiğin en önemli kavramlarından biri de ısıdır. Isı belirli sıcaklıktaki bir sistemin sınırlarından, daha düşük sıcaklıktaki bir sisteme, sıcaklık farkı nedeniyle transfer edilen enerjidir. Bir cismin içindeki ısı miktarı o cismin sıcaklığı ile orantılıdır.

Isı da iş gibi bir enerji transfer biçimidir. Isı termal bir enerjidir. Isı ve iş hiçbir cisimde depo edilemez ancak geçiş hâlinde iken belirlenebilir. Bir başka deyişle ısı ve iş geçiş hâlindeki enerjidir.

Isı birimi iş birimi ile aynıdır yani joule (J) dür. Kalori de (cal) kullanılmaktadır.

1 cal 1gram suyun sıcaklığını $14,5 ^{\circ}C$ 'den $15,5 ^{\circ}C$ 'ye yükseltmek için gerekli olan ısı miktarıdır. $1 \text{ cal} = 4,187 \text{ joule}$ 'dür.

1.2.1. Öz Isı (Isınma Isısı)

Öz ısının bir diğer adı ısınma ısıdır (CGS birim sisteminde). Bir maddenin 1 gramının sıcaklığını $1 ^{\circ}C$ değiştirmek için alınması veya verilmesi gerekli ısı miktara **öz ısı (ısınma ısı)** denir. SI birim sisteminde bir maddenin öz ısısı, o maddenin 1 kg'lık kütesinin sıcaklığını $1 ^{\circ}K$ artırmak için gerekli ısıdır. Öz ısı “c” ile gösterilir.

Bir maddenin m gramının sıcaklığını $1 ^{\circ}C$ değiştirmek için gerekli ısı miktarına **ısı sığası** denir. Kütesi m gram, öz ısı (ısınma ısısı) c cal /g $^{\circ}C$ olan bir maddenin sıcaklığını $\Delta t ^{\circ}C$ değiştirmek için verilmesi veya alınması gereken ısı aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Q= Alınan ya da verilen ısı (cal)

$\Delta t = t_2 - t_1$ t_1 = ilk sıcaklık, t_2 = son sıcaklık

*Farklı sıcaklıklarda iki madde karıştırıldığında sıcaklığı fazla olan düşük olana, sıcaklıkları eşit oluncaya kadar ısı geçişi olacaktır. Her zaman $Q_{\text{verilen}} = Q_{\text{alınan}}$ 'dır.

Örnek: 45 °C'deki 600 g kütleli bir sıvının sıcaklığını 75 °C'ye çıkarmak için gerekli ısı miktarı kaç kaloridir ($c_{\text{sıvı}} = 0,6 \text{ cal /g } ^\circ\text{C}$)

Çözüm: Verilen değerleri formülde yerine yazarak

$t_2 = 75 \text{ } ^\circ\text{C}$, $t_1 = 45 \text{ } ^\circ\text{C}$, $m = 600 \text{ g}$, $c_{\text{sıvı}} = 0,6 \text{ cal /g } ^\circ\text{C}$, $Q = ?$

$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow Q = 600 \cdot 0,6(75 - 45) \Rightarrow Q = 10800 \text{ cal}$ bulunur.

1.2.2. Genleşme ve Sıkıştırılabilirlik

Isı alan cisimlerin (taneciklerin) hareketleri hızlanır ve molekülleri arasındaki uzaklık artar. Bunun sonucunda da cisim genleşir yani hacmi artar. Bütün genleşmeler aslında hacimcedir. Uzun bir demir çubuk ısıtıldığı zaman boyu uzar, boyu uzamanın yanı sıra kalınlığı da artar. Ancak kalınlığındaki artış, boyundaki uzamanın yanında ihmal edilecek kadar küçük olduğundan bu olay sadece **boyca uzama** diye tanımlanır.

Bunun gibi bir metal levha ısıtıldığında metal levhanın yüzeyi artar yani hacimce genleşir. Ancak kalınlığındaki artış yüzeyindeki artışın yanında ihmal edilecek kadar küçük olduğundan bu olay sadece **yüzeyce genleşme** diye tanımlanır. Netice olarak diyebiliriz ki ısıtılan cisimlerin hacimlerinde meydana gelen artışa **genleşme** denir. Genleşme olayının tersi ise büzülmedir. Üzerinden ısı alınan cisimlerin hacimlerinde meydana gelen küçülmeye **büzülme** denir.

Maddenin ilk hacimleri büyükse aynı sıcaklık değişiminde genleşme miktarı da büyük olur. O hâlde genleşme miktarı maddenin ilk hacmi ile doğru orantılıdır. Farklı metallerin molekülleri arasında boşluklar da farklıdır. Örneğin, bakır molekülleri ile demir molekülleri arasındaki boşluklar farklıdır. İkisi de aynı miktarda ısıtılrsa boşluklardaki artmalar, yani genleşmeler aynı olmayacaktır. O hâlde genleşme miktarı, maddenin cinsine bağlıdır.

Sıcaklık artışı ne kadar çok olursa maddenin molekülleri de o kadar çok hızlanır ve birbirinden daha çok uzaklaşırlar. Bundan da anlaşılacağına göre genleşme, sıcaklık artışıyla doğru orantılıdır. Genleşme sıvı ve katılar için ayırt edici bir özelliktir. Fakat gazlar için ayırt edici değildir.

Maddeler tanecikli yapıdadır ve tanecikler arasında boşluklar vardır. Maddenin üzerine basınç uygulanarak tanecikler arasındaki uzaklıklar azalır ve madde sıkışır. Katılarda ve sıvılarda tanecikler birbirine değer durumda oldukları için bunları sıkıştırmak ve

hacimlerini küçültmek çok zordur. Ama gazlarda tanecikler arasındaki uzaklık fazla olduğundan sıkıştırılabilir. Bu durumda tanecikler birbirine yaklaşır ve hacimleri küçülür. Isıtılan bir madde genişler. Soğuduğunda ise hacmi küçülür yani sıkışır. Sıkışma genişlemenin tersidir. Gazlarda sıkıştırma sabit sıcaklıkta gaz basıncını arttırarak ya da sabit basınç altında sıcaklığı düşürerek veya her iki etkeni de uygulanarak gerçekleştirilebilir.

1.2.2.1. Katılarda Genleşme

Boyca uzama: Bir cismin sıcaklığını 1 °C artırdığımızda birim boyunda meydana gelen uzama miktarına **boyca uzama kat sayısı** denir. Boyca uzama kat sayısı λ ile gösterilir, birimi 1/°C'tir.

Boyca uzama kat sayısı maddeler için ayırt edici özelliktir. 1cm'lik boydaki 1 °C'luk sıcaklık artışındaki uzama λ , l_0 cm'lik boydaki 1 °C'luk sıcaklık artışındaki uzama $\lambda \cdot l_0$, l_0 cm'lik boydaki Δt °C'lık sıcaklık artışındaki uzama,

$$\Delta l = l_0 \times \lambda \times \Delta t \text{ 'dir.}$$

Önemli Uyarılar

- Boyca genleşme kat sayısı sadece katının cinsine bağlıdır.
- Aynı cins maddeden yapılan iki metalin ilk boyları aynı, kalınlıkları farklı olsun. λ sıcaklık değişimleri aynı olacak şekilde ısıtıldığında son boyları yine aynı olur.
- Aynı cins maddeden yapılan iki metalin ilk boyları aynı kütleleri farklı olsun. İlk sıcaklıkları aynı olan bu metallere eşit miktarda ısı verdiğimizde son boyları eşit olmaz. Çünkü kütlesi büyük olanın sıcaklık artışı daha az olacağından uzama miktarı da az olur.
- Aynı cins maddeden yapılan iki metalin ilk boyları ve sıcaklıkları aynı olsun. Sıcaklık farkları aynı olacak şekilde birisini ısıtıp diğerini soğuttuğumuzda, ısıtılanın boyu artar, soğutulanın boyu azalır. Ancak uzama ve kısalma miktarları aynı miktarda olur.
- Birbirine perçinlenmiş X ve Y metal çubukları ısıtıldığında ve soğutulduğunda birbirlerini bırakmadıkları için bükülür. Uzama kat sayısı büyük olan ısıtıldığında daha fazla uzar, soğutulduğunda daha fazla büzülür.

1.2.2.2. Sıvılarda Genleşme

Isıtılan bir sıvı sadece hacimce genişleyebilir. Genleşme sıvılar için de ayırt edicidir. Sıvının hacmi değişirken içinde bulunduğu kap da genişler. Sıvının gerçek genleşme miktarı, sıvının görünen genleşme miktarı ile kabın genleşme miktarının toplanmasıyla bulunabilir.

Sıvılar kaba doldurulduklarında kabın şeklini aldıklarından bir geometrik şekli yoktur. Dolayısıyla boyca ve yüzeyce genişmeden bahsetmek oldukça güçtür. Hacimsel olarak genişlemelerini incelemek ise oldukça kolaydır.

Bir sıvının birim hacminin sıcaklığını 1 °C artırınca hacimdeki genleşme miktarına hacimce genleşme kat sayısı denir. Sıvının hacimsel olarak genleşme miktarı,

$$\Delta V = V_0 \times a \times \Delta t$$

ΔV : Hacimdeki değişim V_0 : İlk hacim a hacimsel olarak genleşme kat sayısıdır.

Su ise farklı özellik gösterir. Suyun 1 atmosferlik basınç altında +4 °C altında ve üstündeki sıcaklıklarda hacmi artar. +4 °C'de suyun hacmi minimum, öz kütlesi maksimumdur.

Suyun diğer sıvılardan farklı özelliği olmasaydı yani diğer sıvılar gibi davranırdı, sular üstten değil dipten donar ve denizlerde hayat olmazdı. Hâlbuki su üstten donup 1 m kalınlığında buz tabakası olsa da suyun dip taraftaki sıcaklığı +4 civarındadır. Çünkü yoğunluğu en fazla olan sıvı dipte olur. Bizmut ve Antimon da su gibi davranır.





1.2.2.3. Gazların Genleşmesi





Gazların genleşmesi sadece hacimce olur. Genleşme kat sayısı bütün gazlarda aynıdır. Bütün gazların sıcaklıkları 1 °C artırıldığında hacimlerinin **1/273**'ü kadar genişir. Bu nedenle genleşme gazlar için ayırt edici bir özellik değildir.

UYGULAMA FAALİYETİ

➤ **Metallerde genleşmeyi gerçekleştiriniz.**

Gerekli malzemeler: Bakır tel, metal cetvel, destek çubuğu (iki adet), sabitleme malzemesi, termometre

İşlem basamakları	Öneriler
<p>➤ 30 cm boyunda bakır tel hazırlayınız.</p> 	<p>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma tezgâhınızı düzenleyiniz.</p> <p>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p> <p>➤ Ölçümü hassas yapınız.</p>
<p>➤ Destek çubuğuna telin bir ucunu sabitleyiniz.</p> 	<p>➤ Sabitleyeceğiniz bakır telin ucuna ısı yalıtımı yapınız.</p>
<p>➤ İkinci bir destek çubuğuna metal metre sabitleyiniz.</p> 	<p>➤ Metal metrenin ısı ile temas etmemesine dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Bakır telin ucu metal metrenin sıfır noktasına değmeyecek şekilde yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Metal ısı aldığıında, genleşmeyi metal metreden okunacak şekilde destek çubuğunu yerleştiriniz.</p>

<p>➤ İki ayrı beki metal çubuğun altına yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Cetvel ve destek çubukları, ısıdan fazla etkilenmemesine dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Atölye ortamının sıcaklığını ölçünüz.</p> 	<p>➤ Termometre ölçüm kurallarına uyunuz. ➤ Sıcaklığı kaydetmeyi unutmayınız.</p>
<p>➤ Bekleri yakınız.</p> 	<p>➤ Bek yakma kurallarına uyunuz.</p>
<p>➤ Belli bir süre (5–10 dk. arası) sonra metaldeki uzamayı cetvelden okuyunuz.</p> 	<p>➤ Bekleri kapatınız.</p>
<p>➤ Ne kadar uzamasına neden olan sıcaklığı hesaplayınız.</p>	<p>➤ Hesaplamayı dikkatli yapınız.</p>
<p>➤ Sonucu rapor ediniz.</p>	<p>➤ Yaptığınız işlemleri ve deneyleri, sonuçları ile raporunuza yazınız.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2. Malzemelerinizi aldınız mı?		
3. 40 cm boyunda alüminyum çubuk hazırladınız mı?		
4. Metalin sabitlenecek ucunu izolasyonunu yapıp destek çubuğuna sabitlediniz mi?		
5. Metal cetveli destek çubuğuna sabitlediniz mi?		
6. Metalin sabitlenmeyen ucunu cetvelin sıfır noktasına değmeyecek şekilde destek çubuklarını yerleştirdiniz mi?		
7. Atölye ortamının sıcaklığını ölçtünüz mü?		
8. Bekleri metal çubuğun altına yerleştirip yaktınız mı?		
9. Cetvelden verilen süre aralığında boyca uzamayı okudunuz mu?		
10. Hesaplama yaptınız mı?		
11. Rapor hazırladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. İlk sıcaklık ölçümü,.....tarafındanyüzyılın sonlarında yapılmıştır.
2. Sıcaklık ölçümleri içinde referans noktasısıcaklığı baz alınmış ve bu sıcaklıkolarak kabul edilmiştir.
3. Belirli sıcaklıktaki bir sistemin sınırlarından daha düşük sıcaklıktaki bir sisteme, sıcaklık farkı nedeniyle transfer edilen enerjiyedenir.
4. Bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C değiştirmek için alınması veya verilmesi gerekli olan ısıya denir.
5. Isıtılan cisimlerin hacimlerinde meydana gelen artışa.....denir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi sıcaklık ölçüm göstergesi değildir?
A) Celsius B) Fahrenheit C)Pascal D) Rankin
7. 75 °C ‘un Fahrenheit derecesi olarak karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 167 B) 108 C) 43 D) 32
8. 0 °C’nin Kelvin derecesi olarak karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 173 B) 212 C) 273 D)492
9. Aşağıdakilerden hangisi mutlak sıcaklıkta en düşük sıcaklık derecesidir?
A) 492 B) 273 C) 32 D) 0
10. 45 °C’deki m gram kütleli bir sıvının sıcaklığını 75 °C ‘ye çıkarmak için harcanan ısı 10800 cal olduğuna göre sıvı kaç gramdır? ($c_{sıvı} = 0,6 \text{ cal /g } ^\circ\text{C}$)
A) 60 B) 120 C) 300 D) 600
11. 10 g 20 °C’deki su ile 30g 40 °C’deki karıştırılırsa son sıcaklık kaç °C olur?
A) 35 B) 30 C) 25 D) 23
12. Sıcaklığın 20 °C olduğu bir ortamda 20 cm boyundaki demir çubuğun 120 °C’ de boyu kaç cm olur? ($\lambda = 12 \cdot 10^{-6} \text{ m} / ^\circ\text{C}$)
A) 20,024 B) 24,024 C) 24,24 D) 24

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Kuralına uygun olarak ısı değiştiricileri devreye almak ve devreden çıkarabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Reaksiyon ısısı nedir? Araştırınız.
- Reaksiyon ısısı nasıl ölçülür? Araştırınız.

2. REAKSİYON ISISI (ENTALPİSİ)

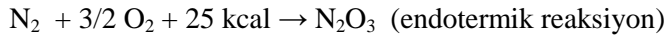
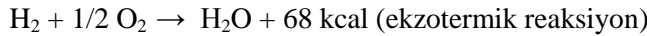
Kimyasal olaylar gerçekleşirken az ya da çok mutlaka bir enerji değişimi olur. Kimyasal reaksiyonlara eşlik eden enerji, genellikle ısı enerjisidir. Ancak bir kimyasal tepkimeye eşlik eden enerji bazen ışık ve elektrik enerjisi şeklinde de görülebilir. Örneğin, kibritin yanması kimyasal bir değişimdir. Kibrit yanarak kimyasal değişmeye uğrarken olaya ısı ve ışık enerjisi eşlik eder.

Kimyasal tepkimelerde alınan ya da verilen enerjiler, tepkime denklemlerinde ısı enerjisi biçiminde gösterilir. Isı enerjisinin değerinin de gösterildiği kimyasal denklemlere **termokimyasal denklem** denir. Tepkimelerde gösterilen ısı değerleri, o tepkimelerin 25 °C sıcaklıkta ve sabit atmosfer basıncında (1 atm.) oluşması sırasındaki ısı enerjisidir. Kimyasal reaksiyonlarda, açığa çıkan ya da alınan bu enerjiler, tepkimeye giren maddeler ile tepkimeden çıkan maddelerin potansiyel enerjileri arasındaki farkın karşılığıdır. İşte bu farka **reaksiyon ısısı** adı verilir.

Isı birimi olarak **joul** ya da joulenin 1000 katı olan kilojoule kullanılır ve **J** ya da **kJ** sembolleri ile gösterilir. Ayrıca ısı hesaplarında yaygın olarak kalori (**cal**) ya da bunu 1000 katı olan kilokalori (**kcal**) birimi kullanılmaktadır. Reaksiyonlar ısı yönüyle ikiye ayrılır.

- Ekzotermik reaksiyonlar (ısıveren)
- Endotermik reaksiyonlar (ısıalan)

Bir kimyasal reaksiyon söz konusu ise mutlaka enerji değişimi olur. Ya dışarıya ısı verir ya da dışarıdan ısı alır.



2.1. Entalpi (ΔH)

Herhangi bir madde bir kimyasal reaksiyonda dışarıya enerji vererek başka bir maddeye dönüşüyorsa açığa çıkan enerji önceden başlangıçtaki maddede depo edilmiş hâlde bulunmalıdır. Aynı şekilde oluşan maddeler de başka bir maddeye dönüşürken yine enerji verebildiklerine göre bu maddelerde de depo enerjisi vardır denilebilir.

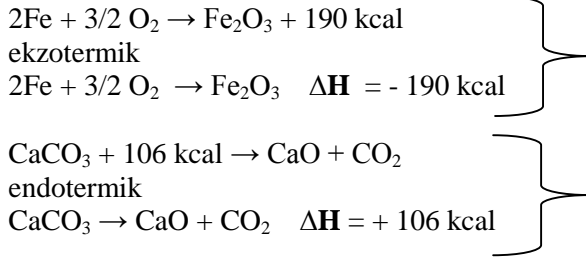
Herhangi bir maddenin kimyasal yapısına bağlı olarak depo edilmiş olan bu enerjiye **ısı kapsamı** denir. Sabit basınçta “**H**” ile gösterilir. İç enerji değişimine **entalpi** adı verilir. Her maddenin kendi içinde bulunduğu bir iç enerji vardır. İç enerji değişimi “ **ΔH** ” ile gösterilir. Bir maddenin katı, sıvı, gaz hâllerinde entalpi değişimleri farklıdır.

Entalpi,

- Madde miktarına,
- Maddenin fiziksel hâline,
- Basınca bağlıdır.

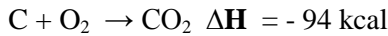
ΔH : (+) işaretli ise ya da $\Delta H > 0$ ise reaksiyon **endotermiktir**.

ΔH : (-) işaretli ise ya da $\Delta H < 0$ ise reaksiyon **ekzotermiktir**.



2.2. Oluşum Entalpisi (Isısı)

Elementlerin ve tabiatta bulunan hâlleri ile tek cins atomdan oluşmuş moleküllerin (Na, Fe, H₂, O₂) entalpileri sıfır kabul edilmiştir. Herhangi bir maddenin bir molünün elementlerinden oluşurken aldığı ya da verdiği ısı miktarına **oluşum entalpisi** denir.



$2\text{Fe} + 3/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 190 \text{ kcal}$ denkleminde göre “Fe ve O_2 ”nin entalpileri sıfır olduğundan Fe_2O_3 'ün oluşum entalpisi - 90 kcal /moldür.



Resim 2.1: Yanma tepkimeleri sonucu ısının açığa çıkması

Örnek: Normal koşullarda 5,6 L N_2O gazının elementlerinden oluşabilmesi için dışardan 5 kcal ısı alınmıştır. Buna göre N_2O 'nun oluşum entalpisi kaç kcal / moldür?

Çözüm: NŞA’da 5,6 L olan N_2O gazının kaç mol olduğunu hesaplayalım.

$$n = \frac{V}{22,4} \Rightarrow n = \frac{5,6}{22,4} \Rightarrow n = 0,25 \text{ mol}$$

0,25 mol 5 kcal ısı alındığına göre
1 mol X kcal

$$X = \frac{5 \times 1}{0,25} = 20 \text{ kcal} \text{ olay endotermiktir. Entalpi pozitifdir. } (\Delta H = + 20 \text{ kcal /mol})$$

2.3. Reaksiyon Entalpisi

Tepkimede oluşan ürünlerin standart oluşum entalpileri ile tepkimeye girenlerin standart oluşum entalpileri toplamı arasındaki farka eşittir. Standart oluşum entalpilerini kullanarak tepkime ısısı aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanabilir.

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{\text{ürünler}} - \sum \Delta H^0_{\text{girenler}} \quad (\Sigma = \text{Toplam}) \text{ (}^{\circ}\text{ standart koşullar)}$$

Örnek: $\text{C}_3\text{H}_{8(g)}$, $\text{CO}_{2(g)}$ ve $\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ 'yun standart oluşum entalpilerinin sırasıyla -104; -394 ; - 286 kJ/mol olduğu bilindiğine göre,

$\text{C}_3\text{H}_{8(g)} + 5 \text{O}_{2(g)} \rightarrow 3 \text{CO}_{2(g)} + 4 \text{H}_2\text{O}_{(s)}$ tepkimesinin ΔH^0 'sini hesaplayınız.

Çözüm: Bağıntıda verilen değerleri yerine yazarak

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{\text{ürünler}} - \sum \Delta H^0_{\text{girenler}}$$

$$\Delta H^0 = [3. (\Delta H^0_{\text{CO}_2}) + 4. (\Delta H^0_{\text{H}_2\text{O}})] - [(\Delta H^0_{\text{C}_3\text{H}_8}) + 5.(\Delta H^0_{\text{O}_2})]$$

$$\Delta H^0 = [3.(- 394) + 4. (- 286)] - [(-104) + 5. (0)] \quad \Rightarrow \Delta H^0 = 2222 \text{ kJ bulunur.}$$

2.4. Reaksiyon Isılarının Toplanabilirliği (Hess Kanunu)

Bir tepkime denklemi, iki ya da daha çok tepkime denklemlerinin toplamı olarak yazılabilir. Bu durumda toplam tepkimenin tepkime ısısı, denklemleri toplanan tepkimelerin tepkime ısılarının toplamına eşittir. İlk kez Hess (H. Hess) tarafından 1840 yılında ifade edilen bu yasaya, “Tepkime Isılarının Toplanabilirliği Yasası” ya da **Hess Yasası** adı verilir.

Kalorimetre ile pek çok tepkimenin tepkime ısısı hesaplanabilir. Ancak, bazı tepkimelerde girenlerin tümü ürünlere dönüşmez. Böyle tepkimelerin ısıları kalorimetre yöntemi ile bulunmaz. Bu durumda Hess Yasası’ndan yararlanılarak tepkimelerin ısısı hesaplanır. Hess Yasası’na göre bir tepkimedeki ısı değişimi, o tepkimenin izlediği yola bağlı değildir.

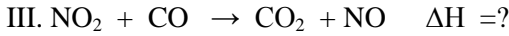
Tepkime entalpileri hesaplanırken aşağıdaki kurallara uyulur:

Bir tepkime denklemi herhangi bir sayı ile çarpılırsa ya da bölünürse ΔH değeri de bu sayı ile çarpılır ya da bu sayıya bölünür.

Bir tepkime denklemi ters çevrildiğinde ΔH değerinin işareti değişir yani ΔH ’nin değeri (+) ise (-) , (-) ise (+) olur.

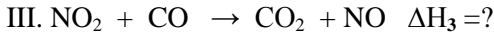
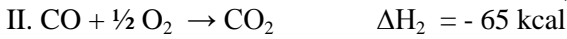
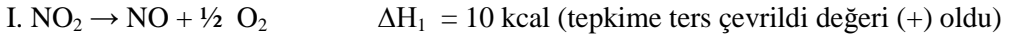
Reaksiyonlar toplanırsa ΔH ’lar da toplanır.

Örnek:



Denklemine göre ΔH ’si bilinmeyen III. tepkimenin değeri kaç kcal /moldür?

Çözüm: Hess Yasası’na göre III. tepkimenin elde edilebilmesi için I. tepkime ters çevrilir. II. tepkime aynen alınır, tepkimeler taraf tarafa toplanırsa III. tepkime elde edilir.



$$\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2 \Rightarrow \Delta H_3 = 10 + (-65) \Rightarrow \Delta H_3 = -55 \text{ kcal}$$

2.5. Reaksiyon Isılarının Ölçülmesi ve Kalorimetre

Bütün yanma tepkimeleri sonucunda ısı açığa çıkar. Tepkime ısıları, tepkimelerin çevre ile ısı alış verişinden yararlanarak hesaplanabilir. Tepkime ısılarını hesaplamak için yapılan özel kaplara **kalorimetre (ısıölçer)** adı verilir. Kalorimetre, çevresi ısı kaybını önlemeye yarayan yalıtkanla kaplanmış olan bir kaptır. Bu kabın içinde termometre, yakma düzeneği ve belli bir miktar su bulunur. Tepkimenin olduğu kap, su içine daldırılmıştır. Tepkime sırasında alınan ya da verilen ısı, suyun ve kabın sıcaklığının değişmesine neden olur. Sıcaklık değişiminden yararlanılarak tepkimedeki ısı değişimi hesaplanabilir.



Resim 2.2: Çeşitli kalorimetreler

$Q = m.c. \Delta t$ formülü kullanılarak **alınan** ya da **verilen** ısı hesaplanır.

Bir kalorimetrenin **ısı sığası**, kalorimetre sisteminin sıcaklığını $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ artırmak için verilmesi gereken ısı miktarıdır.

Örnek: 500 gram camdan yapılmış bir kalorimetre içinde 900 gram su vardır. Bu kalorimetrenin ısı sığası kaç $\text{cal / }^{\circ}\text{C}$ 'dir. ($c_{\text{su}} = 1\text{ cal / g }^{\circ}\text{C}$, $c_{\text{cam}} = 0,2\text{ cal / g }^{\circ}\text{C}$)

Çözüm: Su ve camın ayrı ayrı ısı sığalarını hesaplayarak

$$m_{\text{su}} = 900\text{ g}, c_{\text{su}} = 1\text{ cal / g }^{\circ}\text{C}, \Delta t = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{su}} = m \times c_{\text{su}} \times \Delta t \text{ ise } Q_{\text{su}} = 900 \times 1 \times 1 \Rightarrow Q_{\text{su}} = 900\text{ cal}$$

$$m_{\text{cam}} = 500\text{ g}, c_{\text{cam}} = 0,2\text{ cal / g }^{\circ}\text{C}, \Delta t = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$$





$$Q_{\text{cam}} = m \times c_{\text{cam}} \times \Delta t \Rightarrow Q_{\text{su}} = 500 \times 0,2 \times 1 \Rightarrow Q_{\text{cam}} = 100\text{ cal}$$



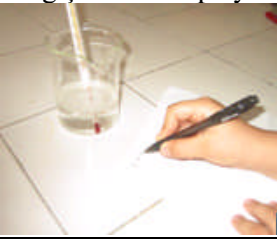


$$Q_{\text{Toplam}} = Q_{\text{su}} + Q_{\text{cam}} \Rightarrow Q_{\text{Toplam}} = 1000\text{ cal bulunur.}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

- **0,01 g NaOH'ın çözünme ısısını bulunuz.**

Gerekli malzemeler: Beher 250 ml, hassas terazi, termometre, spatül, NaOH (katı), mezür

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ 250 ml'lik kuru ve temiz beher tartınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma tezgâhınızı düzenleyiniz.➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ 250 ml'lik beheri temiz olmasına dikkat ediniz.➤ Beheri kurulayınız.➤ Beherin kütlesini (mbeher=?) not ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Behere 100 ml arı su koyup karıştırarak sabit bir sıcaklığa gelmesini sağlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ 100 ml saf suyu mezürde ölçüp behere boşaltınız.➤ Suyun kütlesini hesaplayınız.➤ Beherle suyun sıcaklıklarının eşit olmasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Beherdeki saf suyu sıcaklığını 0,2 °C hassaslıkta ölçünüz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Termometreyi saf suyun içinde belli bir süre bekletiniz.➤ Termometre ile ölçüm kurallarına uyunuz.➤ Termometre ile hassas ölçüm yapmaya özen gösteriniz.➤ Ölçtüğünüz sıcaklık değerini (t1=?) not ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Yaklaşık 1 gram NaOH'i 0,01 g hassaslıkta tartınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Tartımda kullanacağınız kâğıdın darasını almayı unutmayınız.➤ Kâğıdın nemli olmamasını dikkat ediniz.➤ NaOH nem çekici bir madde olduğu için tartımı hızlı yapınız ve kâğıtta bekletmeyiniz.➤ NaOH'in kütlesini (mNaOH=?) not ediniz.

<p>➤ Tarttığınız NaOH'i beherdeki saf su içine katınız.</p> 	<p>➤ Beherdeki saf suya kattığınız NaOH iyice karıştırıp çözünmesini sağlayınız.</p> <p>➤ Çözeltini kütlelerini hesaplayınız. ($m_{\text{Çözelti}}=?$)</p>
<p>➤ Çözünme anında termometredeki yükselmeyi takip ediniz.</p> 	<p>➤ NaOH'in çözünmesi sırasında termometredeki en yüksek sıcaklığı ($t_2=?$) not ediniz.</p>
<p>➤ Sıcaklık değişimini hesaplayınız.</p> 	<p>➤ Hesaplama yapabilmemiz için $\Delta t = (t_2 - t_1)$ bağıntısını kullanınız.</p>
<p>➤ Çözelti tarafından alınan ısıyı hesaplayınız.</p> 	<p>➤ Hesaplama yapmak için ($Q=m_{\text{çözelti}} \times \Delta t$) bağıntısını kullanınız.</p>
<p>➤ Beherin aldığı ısıyı hesaplayınız.(J)</p>	<p>➤ ($c_{\text{cam}}= 0,836 \text{ J/ g } ^\circ\text{C}$) olarak alınız.</p> <p>➤ $Q=m_{\text{beher}} \times c_{\text{cam}} \times \Delta t$ bağıntısını kullanınız.</p>
<p>➤ NaOH'in çözünme ısını hesaplayınız (J)</p> 	<p>➤ NaOH= 40 g/mol alınız.</p> <p>➤ NaOH'in mol başına verdiği ısıyı hesaplayınız.(J)</p> <p>➤ NaOH'in $\Delta H'$'sini (J) olarak hesaplayınız.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2. Malzemelerinizi aldınız mı?		
3. Kullandığınız cam malzemenin temizliğini yaptınız mı?		
4. Beherin tartımını yaptınız mı?		
5. Behere 100 ml saf su koyup sıcaklığını ölçtünüz mü?		
6. Suyun kütleini hesapladınız mı?		
7. 2 gram KOH'in tartımını yaptınız mı?		
8. Tarttığınız KOH'in saf suya ekleyip çözünme işlemini yaptınız mı?		
9. Çözeltinin kütleini hesapladınız mı?		
10. Karıştırma yaparken termometreden sıcaklığı kontrol ederek en yüksek değeri not ettiniz mi?		
11. Sıcaklık değişimini hesapladınız mı?		
12. Çözelti tarafından alınan ısıyı hesapladınız mı?		
13. Beherin aldığı ısıyı hesapladınız mı?		
14. KOH'in mol başına verdiği ısıyı hesapladınız mı?		
15. KOH'in çözünme ısısını (ΔH) hesapladınız mı?		
16. Rapor hazırladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. I. $S + O_2 \rightarrow SO_2 + 40 \text{ kcal}$
II. $H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(s)} + 10 \text{ kcal}$
denkleme göre 16 gram S'nin yakılması için açığa çıkan enerji ile 100 °C'de kaç gram su buharlaştırılabilir? (S= 32 g /mol)
- A) 18 B) 36 C) 54 D) 72
2. Farklı sıcaklıklardaki iki sıvı karıştırıldığında ısı dengesinde denge sıcaklığının hesaplanabilmesi için sıvıların,
I. İlk sıcaklıkları
II. Öz ısı
III. Kütle niceliklerinden hangileri hakkında bilgi verilmelidir?
- A) I ve II B) I, II ve III C) Yalnız III D) I ve III
3. $\Delta H^0_{NH_3(g)} = -46,0 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H^0_{NO(g)} = +90,5 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H^0_{H_2O(g)} = -242 \text{ kJ/mol}$
Tepkimelerin oluşma ısıları bilindiğine göre 0,2 mol NH_3 'ün O_2 ile tepkimesinden $NO_{(g)}$ ve $H_2O_{(g)}$ oluşturulmasında kaç kJ ısı açığa çıkar?
- A) -453 B) -113 C) +226,5 D) +453
4. NaOH'in molar çözünme ısısı -10,2 kcal, molar nötrleşme ısısı ise -13,6 kcal'dir. Yeterli ve derişik HCl çözeltisine 8 gram NaOH katısı bırakıldığında açığa çıkan ısı kaç kcal'dir? (NaOH = 40 g /mol)
- A) 0,68 B) 0,34 C) 2,38 D) 4,76

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Gerekli ortam sağladığında kurallara uygun olarak kondüksiyon ve konveksiyon ile ısının hareketini gerçekleştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

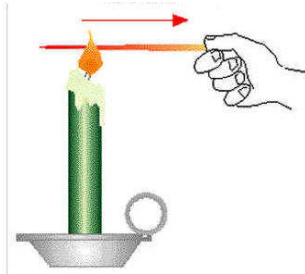
- Proseste ısı iletimi hakkında araştırma yapınız
- Isı iletimi (kondüksiyon) ile taşınımı (konveksiyon) arasındaki farkı araştırınız.
- Isının doğal taşınımını araştırınız.
- Isının zorlanmış taşınımını araştırınız.
- Işınım ile ısı transferini araştırınız.

3. ISININ HAREKETİ

Isı bir enerji türüdür. Isıyı bir yerde muhafaza etmek çok zordur. Isı, iletim, taşınım ve ışınım yolları ile hareket edebilir. Metal bir kaşığı sıcak bir çorba içerisine bıraktığınızda kaşığın ısındığını fark edersiniz. Isı, kaşığın ucundan yukarıya doğru hareket eder. Isı kaynağına yakın olan parçacıkların kinetik enerjisi daha büyüktür. Bunlar kaynaktan uzak olan parçacıklara nazaran çok hızlı hareket eder. Enerjinin kaşıktan yukarı doğru hareketi kinetik enerji transferi ile mümkün olmaktadır.

3.1. Isı İletimi (Kondüksiyon)

Isı iletimi, bir ortam (katı, sıvı, gaz) içerisinde bulunan bölgeler arasında veya doğrudan doğruya fiziki temas durumunda bulunan farklı atomlar arasında, atom veya moleküllerin fark edilebilir bir yer değiştirmesi olmaksızın bunların doğrudan teması sonucu meydana gelen ısı yayılımı işlemidir.



Resim 3. 1: Katı maddenin ısı iletimi

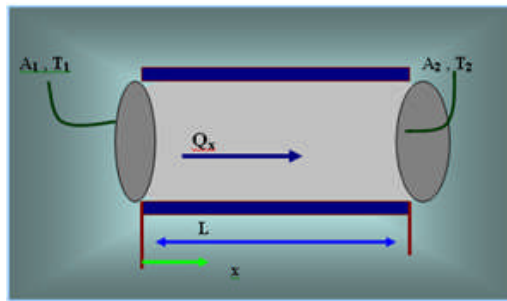
Termodinamiğin ikinci kanununa göre ısı yüksek sıcaklıkta bulunan bir bölgeden düşük sıcaklıktaki bir bölgeye akar. Kinetik teoriye göre bir madde, bu maddeyi meydana getiren moleküllerin ortalama kinetik enerjileri ile orantılıdır. Kinetik enerjinin fazla olması, iç enerjinin fazla olması demektir.

Bir bölgede moleküllerin ortalama kinetik enerjileri, sıcaklık farkından dolayı bitişik bölgedeki moleküllerin ortalama kinetik enerjilerinden fazla ise enerjileri fazla olan moleküller bu enerjisini komşu olan moleküllere iletir. Bu enerji transferi, akışkanlarda moleküllerin elastik çarpmaları, metallerde ise serbest elektronların yüksek sıcaklıktan alçak sıcaklık bölgelerine yayılımı ile olur. Katılarda enerji transferi, elektron yayılımına ilaveden maddenin yapısını meydana getiren kafes titreşimleri ile de komşu bölgelere iletir. Fakat bu son hâlde enerji transferi miktarı azdır. Bu sebepten elektriği iyi iletkenler aynı zamanda iyi ısı iletkenidir.

Katı cisimler içerisinde ısı transferi genel olarak ısı iletimi ile olur. Fakat çok az katı cisimler ile bazı gazlar ve sıvılar içerisinde ısı enerjisi, ışınım ile transfer edilir ve bir kısmı ortam içerisinde soğurur. Isı iletiminde genel olarak ısı transferi sıcaklığa ve sıcaklık basamağına bağlıdır.

3.2. Faurier Isı İletim Kanunu

Isı iletiminin temel denklemi **Faurier Isı İletim Kanunu** ile ifade edilir. Faurier Isı İletim Kanunu yapılan gözlemler ve deneyler sonucu elde edilmiştir. Bu Kanunu açıklamak için yan yüzeyi yalıtılmış (ısı kaybı olmayan) bir metal çubuk ele alınır. Silindirik şeklindeki metal çubuğun uç yüzeyleri $T_1 > T_2$ olacak şekilde sabit sıcaklıkta tutulduğu kabul edilir. Bu durumda iki uç yüzey arasındaki sıcaklık farkı pozitifdir. Bu da X yönünde ısı transferine neden olacaktır. Birim zamanda transfer edilen ısı (ısı transfer oranı) ölçülebilir ve Q_x 'in, yüzeyler arası sıcaklık farkı $\Delta T (T_2 - T_1)$, kesit alanı $A (=A_1=A_2)$ ve çubuğun boyu $L (=x_2 - x_1)$ ile değişimi incelenebilir.



Resim 3.2: Yan yüzeyi yalıtılmış silindirden ısı iletimi

İlk olarak ΔT ve L sabit tutulup kesit alanı A değiştirilsin. Bu durumda Q_x 'in A ile doğru orantılı olarak değiştiği gözlemlenecektir. Benzer olarak ΔT ve A sabit tutulursa ve L değiştirilirse Q_x 'in L ile ters orantılı olarak değiştiği görülecektir. Son olarak A ve L sabit tutulup ΔT değiştirilirse Q_x 'in ΔT ile doğru orantılı olarak değiştiği gözlemlenebilir. O hâlde bunlar, toplu olarak aşağıdaki şekilde ifade edebilir:

$$Q_x \propto A \frac{\Delta T}{L}$$

Çubuğun malzemesi (örneğin metal yerine plastik) değiştirilirse yukarıdaki orantının geçerliliğinin devam ettiği gözlenecektir. Ancak aynı A, L ve ΔT için plastik çubukta Q_x daha küçük olacaktır. Bu durum orantının bir eşitlik şekline dönüştürülebileceğini gösterir. Malzemenin ısı iletimindeki rolünün bir ölçüsü olarak orantı kat sayısı da tanımlanarak eşitlik yazılır.

$$Q_x = -kA \frac{dT}{dx} \text{ şeklinde yazılır.}$$

Isı iletimi termodinamiğin II. Kanunu'na göre azalan sıcaklık yönünde olacağından pozitif ısı transferi oranı (Q_x) için eşitliğin sağ tarafı (-) işareti ile çarpılır. Burada,

k=Isı iletim kat sayısı (W /mK) (Malzemenin önemli bir özelliğidir.)

Q_x =Isı transfer oranı (W) (birim zamanda)

d_T =sıcaklık farkı ($^{\circ}\text{C}$) **d_x** =Boy (m)

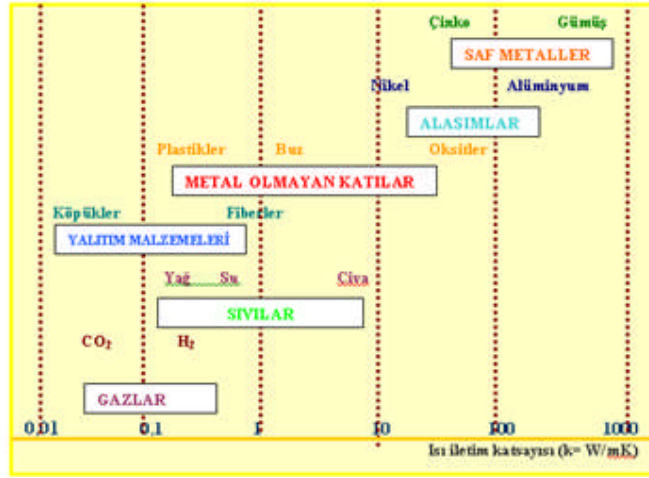
$Q_x = -kA \frac{dT}{dx}$ denklemini aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$q_x = \frac{Q_x}{A} = q_x = -k \frac{dT}{dX}$$

Burada q_x , x istikametinde birim zamanda birim yüzeye ısı transfer miktarı olup kısaca ısı akışı adını alır. q_x vektörel bir miktar olup yön ve değeri vardır. Yönü, azalan sıcaklık doğrultusundadır. Isı iletim kat sayısı malzemenin bir özelliği olması yanında yön ve sıcaklığa da bağlıdır. Verilen bir sıcaklık gradyanı için iletimle ısı akışı artan ısı iletim kat sayısı ile artar. Genel olarak katılar sıvılardan, sıvılar ise gazlardan daha yüksek ısı iletim kat sayısına sahiptir.

Isı iletim kat sayısının değeri moleküller ya da atomlar arasındaki mesafe ile bağlantılıdır. Isı iletim kat sayısının değeri farklı maddeler için genel olarak Şekil 3.1'de verilmiştir. Akışkanlarda moleküller arası mesafe katılara nazaran daha fazla olduğu için ısı enerji transferi daha az etkilidir. Bu nedenle gaz ve sıvıların ısı iletim kat sayısı katılardan daha düşüktür.

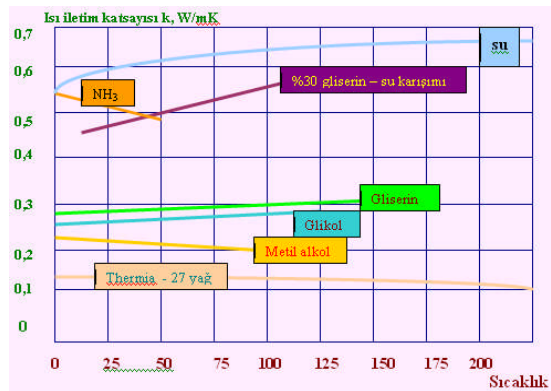
Gaz, sıvıların ve yalıtım malzemelerinin ısı iletim kat sayısı genellikle artan sıcaklıkla artar. Sıcaklıkla değişim genellikle fazladır.



Şekil 3.1: Değişik maddeler için ısı iletim kat sayısı değerleri

Malzeme	Isı iletim kat sayısı(W/mK)
Gazlar	0,002–0,2
Yağlar	0,1–1,0
Su	0,5–0,7
Sıvı metaller	10–100
Katılar (metal olmayan)	0,03–3,0
Katılar (alaşım lar)	20–200
Saf metaller	40–400

Tablo 3.1: Çeşitli maddeler için ısı iletim katsayılarının mertebeleri

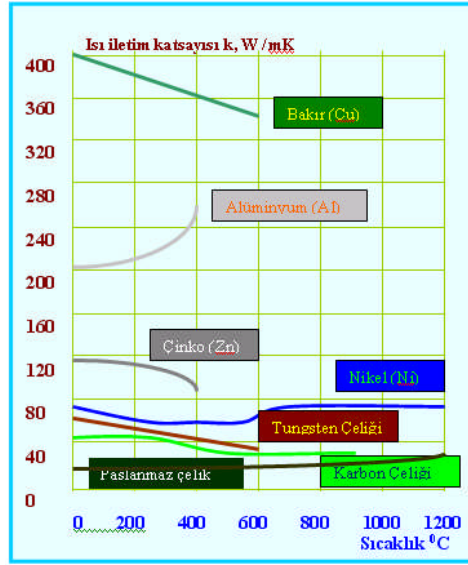


Şekil 3.2: Bazı sıvıların ısı iletim katsayılarının sıcaklıkla değişimi

Bir kural olarak yoğunluk arttığı zaman “k” artar. Bununla beraber malzemenin iç yapısına, içerisinde bulunan gözeneklere ve nem derecesine bağlıdır. Nemli bir malzemenin ısı iletim kat sayısı kuru malzemenin ve suyun ayrı ayrı ısı iletim katsayılarından daha fazla olabilir. Örneğin, kuru tuğlanın $k = 0,3 \text{ kcal /mh } ^\circ\text{C}$, suyun $k = 0,5 \text{ kcal /mh } ^\circ\text{C}$ değerine karşılık nemli tuğla için $k = 0,9 \text{ kcal /mh } ^\circ\text{C}$ bulunmuştur.

Isı iletim kat sayısı $k = 0,2 \text{ kcal /mh } ^\circ\text{C}$ 'den daha küçük olan malzemeler ısı yalıtkanı olarak kullanılmaktadır. ($1 \text{ kcal /mh } ^\circ\text{C} = 1,163 \text{ W/mK}$)

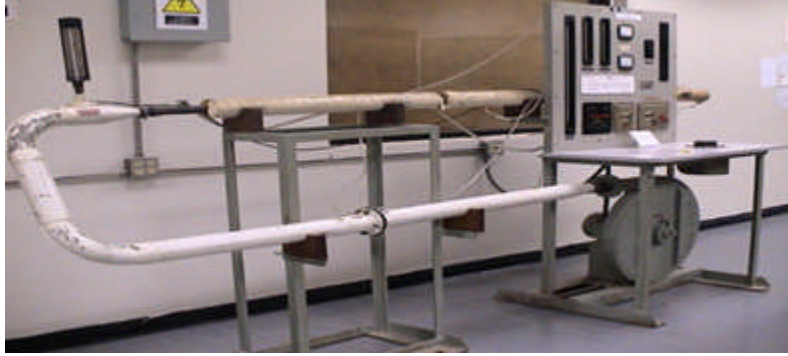
Bazı metallerin ısı iletim Şekil 3.2'de verilmektedir. En iyi gümüş, bunu takiben bakır, altın, alüminyum görülür. Saf bir metalin ısı iletim kat sayısı eğer içerisinde başka bir bileşen ilave edilirse kuvvetle azalır. Örneğin $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ 'de (%60 Cu + %40 Ni) karışımının ısı iletim kat sayısı $22,7 \text{ W/mK}$ olduğu hâlde yalnız başlarına Cu 336 W/mK , Ni 69 W/mK 'dir.



Şekil 3.3: Bazı metallerin ısı iletim katsayılarının sıcaklıkla değişimi

3.3. Konveksiyonla Isı Transferi

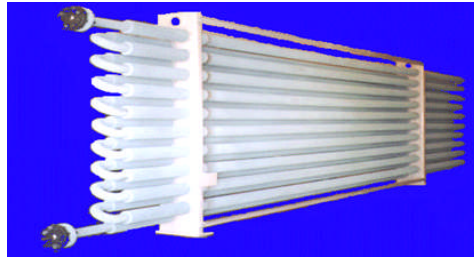
Akışkan hareketiyle ilişkili olan ısı transferinin bu modu, akışkan içinde moleküllerin etkileşimiyle gerçekleşen iletimle ısı transferi yanında akışkanın hareketi dolayısıyla enerjinin taşınması mekanizmalarının her ikisini de içerir. Sıvı veya gazı ısı taşınması için pompa veya fan hareket ettiriyorsa bu zorlanmış taşınımıdır. Birbirinden ayrılmış sıcak ve soğuk akışkanlar ısı transfer ekipmanlarına pompalanır. Isı transfer oranı akışkanların fiziksel özelliklerine ve akışa bağlıdır ($N_{re} > 4000$). Transfer edilen ısı akışkanları, akış hızıyla orantılı olduğu için zorlanmış (cebrî) taşıma ile daha çok ısı transfer edilir.



Resim 3.3: Zorlanmış taşınım düzeneği

Sıvı veya gazın sıcaklığındaki değişmeden dolayı yoğunluğu değişiyorsa ve bu değişim nedeniyle yaptığı hareket ile ısıyı taşıyorsa bu **doğal taşınım**dır. Örneğin, güneşli bir günde bir otomobilin metal kısımları, belli bir zaman diliminde, güneş ışınlarına maruz kaldığında güneş ışınımı dolayısıyla ısı transferine maruz kalacaktır.

Otomobillerde bulunan metal aksam her yönde ışınım yaparak ısı kaybeder. Kaybolan ısı çevresindeki havayı ısıtır. Havanın otomobil üzerindeki hareketi ile doğal taşınım gerçekleşmiş olur. Otomobil hareket ettiğinde ise çevre havasına zorlanmış taşınım ile ısı transferi gerçekleşecektir. Zorlanmış taşınımın genelde doğal taşınımdan çok daha fazla ısı transferine neden olduğu bilinmektedir.



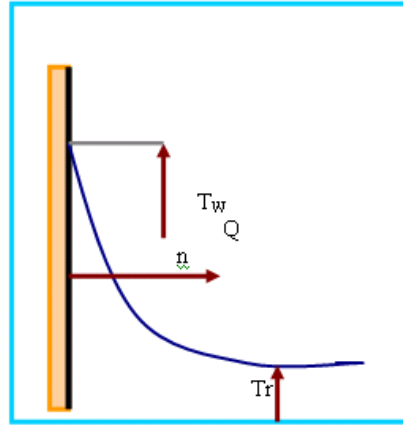
Resim3.4: Doğal taşınım



Resim 3.5: İki ayrı zorlanmış ve doğal taşınım düzeneği

Konveksiyon, akışkan hareketi ile enerji taşınımı işlemidir. Ortam bir sıvı veya gaz ise akışkan hareketi ile ısı enerjisi bir bölgeden diğer bölgeye sıcaklık farkından dolayı transfer edilecektir. Isı transferinin en önemli konusu konveksiyondur. Isı değiştirgeçlerinde akışkanlar, katı, cisimler (yüzeyler) ile birbirinden ayrılmış olduklarından, konveksiyon, bir yüzey ile akışkan arasında enerji taşınmasından en önemli ısı transferi mekanizmasıdır.

Akışkan hareketi taşınım ile ısı transferinin ayırt edici özelliği olduğuna göre ısı transferinin bu şekilde taşıyabilmek için akışkanlar mekaniği prensiplerinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Herhangi bir akışkan bir katı yüzey üzerinde akarken yüzey ile temas eden moleküllerin sürtünme ya da viskoz etkiler nedeniyle yüzeye yapışır. Yüzeye yapışan (yüzeyi ıslatan) bu moleküllerin yüzey üzerinde kaymadığı kabul edilirse burada akışkanın hızı sıfır olacaktır.



Resim 3.6: Yüzeyde sıcaklık dağılımı

Şekilde görüldüğü gibi yüzey sıcaklığı T_w yüzey ile temasta bulunan akışkanın ortalama sıcaklığı ise yüzey ile akışkan arasında birim zamanda ısı transferi,

$Q_t = h \times A(T_y - T_\infty)$ ifadesi ile hesaplanır. Bu ifade 1701 senesinde Newton tarafından verilmiş olup literatürde **Newton'un Soğuma Kanunu** diye adlandırılır ve konveksiyonun özel kanunudur. Bağlantıyı aşağıdaki şekilde de ifade edebiliriz.

$\frac{Q_t}{A} \propto T_y - T_\infty$ yazılabilir. Bir orantı sabiti tanımlanarak eşitliği,

$$q_{taş} = \frac{Q_t}{A} = h_m \times (T_y - T_\infty)$$

şeklinde yeniden düzenlenebilir.

$$q = h \times (T_y - T_\infty)$$

h_m = Ortalama ısı taşınım kat sayısı (W/m^2K) veya (yüzey ısı transferi kat sayısı). Üzerinde çizgi ve indis olmadan “h” şeklinde de kullanılabilir. Bazı durumlarda ısı taşınım kat sayısının değeri analitik olarak bulunabilir fakat çoğunlukla ölçümler sonucu tespit edilir. Isı taşınım kat sayısı, akış türü (laminar ya da türbülanslı), akışkan hızı, akışkan özellikleri (viskozite, yoğunluk, ısı iletim kat sayısı vb.), sıcaklık, geometri gibi birçok etkene bağlı olarak değişir.

T_y = Yüzey sıcaklığı ($^{\circ}C$)

T_∞ = Bir kanal içerisindeki akışta akışkanların ortalama sıcaklığı veya bir yüzey üzerindeki akışta, yüzeyden uzaktaki sıcaklık ($^{\circ}C$)tır.

A = Sınır yüzey alanı (m^2)

Q = Isı transferi (W)

$q_{taş}$ = Isı akışı (W/m^2)

Akışkan ve taşınım modu	h (W/m ² K)
Doğal Taşınım	
Hava	5 – 25
Su	30 – 600
Yağlar	5 – 300
Sıvı metaller	50 – 500
Zorlanmış Taşınım	
Hava	10 – 300
Su	300 – 15000
Yağlar	60 – 1800
Sıvı metaller	500 – 20000
Kaynayan su	2500 – 60000
Yoğuşan buhar	5000 – 120000

Tablo 3.2: Bazı akışkanlar için ortalama ısı taşınım kat sayısı değeri

Örnek: Bir düzlem duvardan ısı akısı 400 W/m² olduğu biliniyor. Ayrıca duvar yüzeyi ve çevresindeki 20 °C’de hava arasında ısı taşınım kat sayısı 10 W/m²K olarak verilmektedir. Duvarın yüzey sıcaklığını hesaplayınız.

Çözüm: Verilenleri formülde yerine yazarsak

$$q = h \times (T_y - T_\infty) \Rightarrow 400 = 10 \times (T_y - 20) \quad \Rightarrow T_y = \frac{400}{10} + 20$$

$$\Rightarrow T_y = 60^0 C \text{ bulunur.}$$

Örnek: 20 m²’lik duvar yüzeyi ve çevresi 30 °C, duvar yüzey sıcaklığı 90 °C’dir. Hava arasında ısı taşınım kat sayısı 15 W/m²K olarak veriliyor. Duvarın ısı transferini hesaplayınız.

Çözüm: Verilenleri formülde yerine yazarak

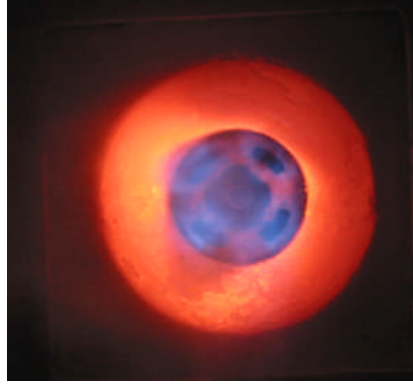
$$Q_t = h \times A(T_y - T_\infty) \Rightarrow Q_t = 15(W / m^2 K) \times 20m^2 \times (90^0 C - 30^0 C)$$

$$Q_t = 300(W / K) \times 60^0 C \quad \Rightarrow Q_t = 18000W \text{ bulunur.}$$

3.4. Işınım İle Isı Transferi

İletim ve taşınım ile ısı transferi mekanizmaları enerjinin içinde nakledilebileceği bir ortama gereksinim duyulmaktadır. Ancak enerji mutlak vakum ortamından yani hiçbir maddenin bulunmadığı bir ortam içinden geçerek de transfer edilebilir. Bu mekanizma elektromanyetik ışınım (radyasyon) olarak tanımlanır. Işınımda enerji elektromanyetik dalgalarla (ya da fotonlar ile) taşınır.

Elektromanyetik ışınım, X ışınları, gama ışınları, görülebilen ışık spektrumu, radyo dalgaları gibi yaygın olarak bilinen dalga boyu aralıklarını da kapsayan geniş bir spektruma sahiptir. Işıma olayı ışığın vakum içindeki hızıyla gerçekleşir. Bu geniş ışınım spektrumunda bizi ilgilendiren sadece ısı bileşenleridir. Mutlak sıfır sıcaklığının üzerinde sonlu sıcaklığa sahip bütün maddeler çevrelerinden bağımsız olarak ışınım ile enerji yayar. Net ısı transferi ise sıcak bölgeden soğuk bölgeye gerçekleşir. Dolayısıyla ortamdaki izafi olarak soğuk cisim yaptığı ışınımından daha fazla enerji yutar.



Resim 3.7: Işınım ile ısı transferi





Maddenin ısı enerjisinden kaynaklanan ve birim yüzeyden birim zamanda serbest bırakılan enerji yayının gücü E ile gösterilebilir. **Stefan – Boltzman Kanunu**'nun yayınım gücünün alabileceği maksimum değeri belirtmektedir.





$$E_s = \sigma T_y^4 \quad [W / m^2]$$







UYGULAMA FAALİYETİ


- **Kondüksiyon ve konveksiyon ile ısının hareketini gerçekleştiriniz.**

Gerekli malzemeler: Beher, bakır tel, alüminyum tel, 3 adet termometre, alüminyum folyo, izolasyon malzemesi, spor, kısıkaç, üç ayak, amyant tel

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ 50 cm boyunda bakır tel kesiniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma tezgâhınızı düzenleyiniz.➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ Bakır teli metal testeresi ile kesiniz.➤ Kesme işlemini mengeneye sıkıştırarak yapınız.➤ Ölçümü dikkatli ve hassas yapınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Bakır telin kesit alanını hesaplayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçümü hassas yapınız ve kumpas kullanınız.➤ $A = \pi \times r^2$ formülünü kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Bakır telin yalıtımını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ İç kaplamasını pamukla yapınız.➤ Pamuğun dışını alüminyum folyo ile kaplayınız.➤ Folyonun açılmaması için belli noktalardan ipe bağlayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Beherde su kaynatmak için düzenek hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ 250 ml'lik beheri yarısına kadar su doldurunuz.➤ Suyu kaynatınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Beherdeki kaynayan suya yalıtılmış bakır teli destek çubuğu ile sabitleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Sabitleme işlemi için düzenek kurunuz.

		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometre yalıtımla metalin arasında kalacak şekilde uç kısmı sabitleyiniz. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometreyi metalin kesit alanına değecek şekilde sabitleyebilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kaynayan suyun içine metale yakın noktaya ikinci bir termometre sabitleyiniz. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Beherin içindeki termometre yalıtılmış metale yakın olmasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aynı anda her iki termometredeki sıcaklıkları not ediniz. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometredeki değerleri kurallara uygun okumaya dikkat ediniz. ➤ Sıcaklık değerlerini celsius olarak ölçünüz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isı transferini hesaplayınız. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ $k=380 \text{ W/mK}$ olarak alınız. ➤ $Q_x = k \times A \times \frac{(T_1 - T_2)}{L}$ formülünü kullanınız.
Konveksiyon ile ısı transferini gerçekleştiriniz.		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tuğladan yapılmış fırının duvar kalınlığını ölçünüz. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz. ➤ Ölçümü kaydediniz.

			
<p>➤ Fırını üçayak üzerine yerleştiriniz.</p> 		<p>➤ Bek alevinin fırın içinde olacak şekilde üçayağı seçiniz.</p>	
<p>➤ Bek alevini fırının içinde yanacak şekilde ayarlayınız.</p> 		<p>➤ Bek alevinin fırının dışına temas etmemesine dikkat ediniz.</p>	
<p>➤ Beki yakınız ve 10 dakika fırını ısıtınız.</p> 		<p>➤ Alevin tamamen fırının içinde olmasına dikkat ediniz.</p>	
<p>➤ Termometreyi fırının duvarına sabitleyiniz.</p> 		<p>➤ Termometredeki sıcaklık yükselmesini kontrol ediniz.</p>	
<p>➤ Atölyenin herhangi bir yerinden ortam sıcaklığını ölçünüz.</p>	<p>➤ Fırına yakın yerde ölçmemeye dikkat ediniz. ➤ Ölçtüğünüz sıcaklığı not ediniz. $T_{\infty} = ?$</p>		

<p>➤ Beki kapattığınız anda fırının duvar sıcaklığını termometreden okuyunuz.</p> 	<p>➤ Duvar sıcaklığını termometre okuma kurallarına uyarak okuyunuz.</p> <p>➤ Ölçtüğünüz sıcaklığı not ediniz. $T_2 = ?$</p>
<p>➤ Fırının iç sıcaklığını hesaplayınız.</p>	<p>$h_{\infty} = 20W / m^2 K$, $\varepsilon = 0,8$</p> <p>$\sigma = 5,67.10^{-8} W / m^2 K^4$,</p> <p>$k = 1,4W / mK$</p> <p>olarak alınız.</p>
<p>➤ Sonuçları rapor ediniz.</p>	<p>➤ Yaptığınız işlemleri rapor olarak hazırlayınız.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2. Bakır ve alüminyum metallerini 40 cm boyda kesip hazırladınız mı?		
3. Kumpasla metal çubukların çaplarını (metal çubukların boyu ve çapları eşit) ölçüp kesit alanlarını hesapladınız mı?		
4. İki metal çubuğu aynı standartlarda izolasyonunu yaptınız mı?		
5. Beherde su kaynatmak için düzenek hazırladınız mı?		
6. Yalıtılmış metalleri farklı sporlara sabitlediniz mi?		
7. Termometreleri yalıtılmış metallerin uçlarına sabitlediniz mi?		
8. Beherin içindeki termometreleri sabitlediniz mi?		
9. Beki yakıp suyun kaynattınız mı?		
10. Aynı anda üç termometredeki değerleri not ettiniz mi?		
11. Bakırın ısı transferini hesapladınız mı?		
12. Alüminyumun ısı transferini hesapladınız mı?		
13. İki metal arasındaki ısı farkını hesapladınız mı?		
14. Fırının kırık veya çatlak olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
15. Fırının duvar kalınlığını ölçtünüz mü?		
16. Fırını üçayak üzerine yerleştirdiniz mi?		
17. Beki yaktınız mı?		
18. Bekin alevinin tamamen fırının içinde yandığını kontrol ettiniz mi?		
19. 15 dakika ısıtma işlemini yaptınız mı?		
20. Atölyenin sıcaklığını ölçtünüz mü?		
21. Beki kapattığınız anda fırının dış duvar yüzeyinin sıcaklığını ölçtünüz mü?		
22. Deneyiniz bittiğinde malzemelerinizi temizlediniz mi?		
23. Malzemelerinizi eksiksiz teslim ettiniz mi?		
24. Rapor hazırlayıp teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi ısıyı iletim yollarından biri değildir?
A) İletim B) Taşınım C) Işıma D) Nakliye
2. Aşağıdakilerden hangisi ısı iletim kat sayısının (k) birimidir?
A) W B) W/m C) W/mK D) W/m²K
3. ΔT (sıcaklık farkı) ile L'nin (iletkenin boyu) sabit tutulduğu ısı iletiminde Q_x ile A (kesit alanı) arasında orantı aşağıdakilerden hangisidir?
A) $Q_x \propto A$
B) $Q_x \propto \frac{1}{A}$
C) $Q_x = A$
D) $Q_x = \frac{1}{A}$
4. Bir fırının duvarı 6 mm paslanmaz çelikten yapılmıştır. Duvarın iç yüzeyi 100 °C'dir. Duvarın ısı iletim kat sayısı 26 W/mK ve duvardan geçen ısı akısı 20 kW /m² olduğuna göre duvarın dış yüzey sıcaklığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 85 B) 90 C) 95,4 D) 98,4
5. 20 cm kalınlığındaki bir duvarın sıcaklıkları sıra ile 10 °C ile -8 °C ve malzemenin ısı iletim kat sayısı 0,872 W/mK olduğuna göre 10 m² duvar yüzeyinin ısı kaybı değeri aşağıdakilerden hangisidir?
A) 78,48 B) 784,48 C) 874,48 D) 478,48
6. 5 cm kalınlığındaki duvarın dış yüzey sıcaklığı 20 °C ve ısı kaybı 800 W'tur. Duvar malzemesinin ısı iletkenlik kat sayısı 0.872 W/mK olduğuna göre 40 m²'lik duvarın iç yüzeyinin sıcaklık değeri aşağıdakilerden hangisidir?
A) 40 B) 39,3 C) 36,6 D) 33,9
7. Aşağıdaki maddelerden hangisinin ısı iletim katsayısı (k) değeri en düşüktür?
A) Çinko B) Plastikler C) Su D) CO₂
8. Aynı şartlarda aşağıdaki metallerden hangisinin ısı iletimi daha fazladır? ($k_{Cu}=390$ W/mK, $k_{Al}=200$ W/mK, $k_{Zn}=110$ W/mK, $k_{Ni}= 70$ W/mK)
A) Cu B) Al C) Zn D) Ni

9. Yüzeş ısı transfer kat sayısı (h)'nin birimi aşığıdakilerden hangisidir?
- A) W/mK
B) W/m²K
C) W
D) J
10. Aşığıdakilerden hangisinin ısı taşınım kat sayısına etkisi olmaz?
- A) Akış türü
B) Akışkanın hızı
C) Sıcaklık
D) Renk
11. Bir düzlem duvarda ısı akısı 200 W/m² olduğı bilinişor. Ayrıca duvar yüzeyi ve çevresindeki 10 °C'de hava arasındaki ısı taşınım kat sayısı 8 W/m²K olarak verilmektedir. Duvarın yüzey sıcaklığının değeri aşığıdakilerden hangisidir?
- A) 25
B) 30
C) 35
D) 40
12. 10 m²'lik duvarın ısı transferi 9000 W'tır. Duvar yüzeyi ve çevresi 20 °C ve hava arasındaki ısı taşınım kat sayısı 10 W/m²K olarak veriliyor. Buna göre duvarın yüzey sıcaklığı kaç °C'dir?
- A) 90
B) 65
C) 50
D) 45
13. Bir fırının duvarı tuğladan yapılmıştır. Duvarın kalınlığı 20 cm ve tuğlanın ısı iletim kat sayısı 1,6 W/mK 'dır. Kararlı hâlde duvar dış yüzey sıcaklığı 127 °C ve dış ortam sıcaklığı 27 °C 'dir. Duvar ile dış ortam arasındaki ısı taşınım kat sayısı 20 W/m²K ve duvarın ışıınım yayma oranı 0,8 olduğuna göre duvarın iç yüzey sıcaklığı kaç °C'dir?($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$)
- A) 476,2
B) 480,2
C) 512,2
D) 749,2

14. Bir binanın terası 5 m genişliğinde ve 10 m uzunluğundadır. Yazın gün boyunca güneş ışınlarına maruz kalan terasın yüzeyinin ortalama sıcaklığı 47 °C'dir. Yüzeyin ışıma oranı 0,9 ve bulutsuz bir gece vakti terastan uzaya olan birim zamandaki ısı transferi miktarını hesaplayınız. ($T_u = 0 \text{ K}$) ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$)
- A) 24761
B) 25672
C) 26762
D) 2767

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

15. Sıvı veya gazı ısı taşınması için pompa ya da fan hareket ettiriyorsa buna taşınım denir.
16. Sıvı veya gazın sıcaklığındaki değişimden dolayı yoğunluğu değişiyorsa ve bu değişim nedeniyle yaptığı hareket ile ısı taşıyorsa bu taşınımdır.
17. Konveksiyon ile enerji taşınımı işlemidir.
18. Işınımda enerji dalgalarla ya daile taşınır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. 100 °C..... Fahrenheit derecesidir.
2. Isı belli sıcaklıktaki bir sistemin sınırlarından daha düşük sıcaklıktaki bir sisteme , sıcaklık farkı nedeniyle transfer edilendir.
3. 1 gram suyun sıcaklığını 14,5 °C'den 15,5 °C'ye yükseltmek için gerekli olan ısı miktarına denir.
4. Üzerlerinden ısı alınan cisimlerin hacimlerinde meydana gelen küçülmeye denir.
5. Bir cismin sıcaklığını 1 °C artırdığımızda birim boyunda meydana gelen uzama miktarına kat sayısı denir.
6. Isı alan reaksiyonlara , ısı veren reaksiyonlara denir.
7. Herhangi bir maddenin kimyasal yapısına bağlı olarak depo edilmiş olan enerjiye denir.
8. Elementler bir araya gelerek 1 mol bileşik oluştururken kullanılan ısıya ya da açığa çıkan ısıya denir.

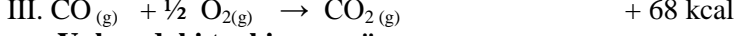
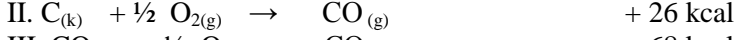
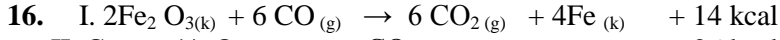
Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. 70 °F'nin Rankin derecesi olarak karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 490
B) 530
C) 640
D) 672
10. 80 gram 20 °C'deki su ile 80 gram 80 °C'deki karıştırılırsa son sıcaklık kaç °C olur?
A) 40
B) 50
C) 55
D) 60

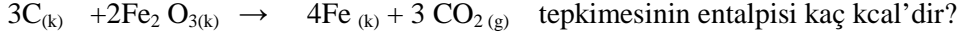
11. 20 °C sıcaklıkta 2 cm eninde ve 5 cm boyundaki Cu (bakır) levhanın 80 °C' deki yüzey genişmesi kaç cm² olur? ($\lambda_{Cu} = 17 \cdot 10^{-6} / ^\circ C$)
- A) 0,102
B) 0,0102
C) 0,00102
D) 0,000102
12. Bir kenarı 10 cm olan bakırdan yapılmış küp şeklindeki kap tamamen su ile doludur. Suyun sıcaklığını 20 °C'den 80 °C 'ye çıkardığımızda kaptan kaç cm³ su taşar? ($\lambda_{Cu} = 17 \cdot 10^{-6} / ^\circ C, a_{su} = 2 \cdot 10^{-3} / ^\circ C$)
- A) 123,06
B) 120
C) 118,98
D) 108
13. Metanın yanma tepkimesi ve tepkime ısısı aşağıda verilmiştir.

$$CH_4(g) + 2 O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(s) \quad \Delta H = - 212 \text{ kcal}$$

$$\Delta H^0_{CO_2} = -94 \text{ kcal}, \Delta H^0_{H_2O} = -68 \text{ kcal}$$
 olduğuna göre metanın (CH₄) oluşma ısısını hesaplayınız.
- A) -18 kcal /mol
B) 18 kcal /mol
C) -162 kcal /mol
D) 162 kcal /mol
14. $C_2 H_5 OH_{(s)} + 3 O_{2(g)} \rightarrow 2 CO_{2(g)} + 3 H_2O_{(s)}$
 tepkimesine göre, 9,2 g etil alkol (C₂ H₅ OH) yeterince O₂ ile tepkimeye girdiğinde kaç kcal ısı açığa çıkar?
 ($\Delta H^0_{C_2H_5OH(s)} = - 66 \text{ kcal /mol}$, $\Delta H^0_{CO_2(g)} = - 94 \text{ kcal /mol}$, $\Delta H^0_{H_2O(s)} = - 68 \text{ kcal /mol}$,
 $C_2 H_5 OH = 46 \text{ g /mol}$)
- A) 60
B) 60,2
C) 62
D) 65,2
15. Bakırdan yapılmış bir kalorimetrede 3 gram karbon (C) yandığında sıcaklık 11 °C yükselmektedir. Kalorimetre kabının kütlesi 1500 g, içindeki su 2000 g olduğuna göre karbonun molar yanma ısısı nedir? ($c_{Cu} = 0,1 \text{ kal /g } ^\circ C, c_{su} = 1 \text{ kal /g } ^\circ C$)
- A) 22
B) 64,2
C) 94,6
D) 96,4



Yukarıdaki tepkimeye göre,



A) -112

B) -108

C) +108

D) +112

17. ΔT ve A'nın sabit tutup L'yi değiştirirsek ısı iletiminde Q_x ile L arasındaki orantının ifade edilişi hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

A) $Q_x \propto L$

B) $Q_x = L$

C) $Q_x \propto \frac{1}{L}$

D) $Q_x = \frac{1}{L}$

18. 10 cm kalınlığında bir duvarın yüzey sıcaklıkları sıra ile $20\text{ }^\circ\text{C}$ ve $-4\text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Malzemenin ısı iletim kat sayısı $0,872\text{ W/mK}$ olduğuna göre 16 m^2 'lik yüzeyin ısı kaybı değeri ne kadardır?

A) 3348,48

B) 33,48

C) 48,33

D) 48,48

19. Bir düzlem duvarda ısı akısı 100 W/m^2 olduğu biliniyor. Ayrıca duvar yüzeyi ve çevresindeki $200\text{ }^\circ\text{C}$ 'de hava arasında ısı taşınım kat sayısı $10\text{ W/m}^2\text{ K}$ olarak verilmektedir. Duvarın yüzey sıcaklığının değeri kaç $^\circ\text{C}$ 'dir.

A) 10

B) 20

C) 30

D) 40

20. Bir fırının duvarı 10 mm demirden yapılmıştır. Duvarın iç yüzeyi $160\text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Duvarın ısı iletim kat sayısı 24 W/mK ve duvardan geçen ısı akısı 48 W/m^2 olduğuna göre duvarın dış yüzeyinin sıcaklığı kaç $^\circ\text{C}$ 'dir?

A) 100

B) 120

C) 130

D) 140

21. 10 m boyunda, 5 m eninde bir duvar yüzeyi ve çevresi 20 °C, duvarın yüzey sıcaklığı 80 °C'dir. Hava arasında ısı taşınım kat sayısı 15 W/m² K olarak veriliyor. Duvarın ısı transfer değeri kaç W'tır?
- A) 30000
B) 40000
C) 45000
D) 50000
22. Bir binanın terası 20 m² olup yaz boyunca güneş ışınlarına maruz kalıyor ve yüzey sıcaklığı ortalama 47 °C'de sabit kalıyor. Bulutsuz bir gece vakti terastan uzaya olan birim zamandaki ısı transfer miktarı 26762 W olduğuna göre yüzey ve yüzey arasındaki ışınlama ısı transfer kat sayısının ($h_r = ? \text{ W/m}^2 \text{ K}$) değeri kaçtır? ($T_u = 0\text{K}$)
- A) 2,815
B) 3,185
C) 4,1815
D) 5,15
23. Bir düzlem duvarın yüzey sıcaklığı 60 °C'dir. Ayrıca duvar yüzeyi ve çevresinde 20 °C'de hava arasında ısı taşınım kat sayısı 10 W/ m² K olarak verilmektedir. Buna göre duvarın ısı akısı değeri kaçtır?
- A) 100
B) 200
C) 300
D) 400

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki "Kontrol Lisrtesi"ne geçiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2. 40 cm boyunda demir çubuk hazırladınız mı?		
3. Fırının duvar kalınlığını ölçtünüz mü ?		
4. Demir çubuğu bir ucu dışarda kalacak şekilde fırına yerleştirdiniz mi?		
5. Fırını üçayağın üzerine yerleştirdiniz mi ?		
6. Bekin alevinin tamamının fırın içinde olacak şekilde ayarladınız mı ?		
7. Fırının dış duvar yüzeyine termometreyi sabitlediniz mi?		
8. Atölye ortamının sıcaklığını ölçtünüz mü?		
9. Beki yaktınız mı ?		
10. 10 dakika fırını ısıttınız mı?		
11. Beki söndürdüğünüz anda duvarın dış yüzey sıcaklığını termometreden okuyup not ettiniz mi?		
12. Fırının iç sıcaklığını hesapladınız mı?		
13. Fırının iç sıcaklığından yararlanarak demir çubuğun boyca uzamasını hesapladınız mı?		
14. Deneyiniz bittiğinde malzemelerinizi temizlediniz mi?		
15. Malzemelerinizi eksiksiz teslim ettiniz mi?		
16. Rapor hazırlayıp teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	Galilo - 16
2.	suyun donma- 0°C
3.	Isı
4.	öz ısı
5.	genleşme
6.	C
7.	A
8.	C
9.	D
10.	D
11.	C
12.	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	A
4	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-3' ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	C
3.	A
4.	C
5.	B
6.	D
7.	D
8.	A
9	B
10	D
11	C
12	B
13	A
14	C
15	zorlanmış
16	doğal
17	akışkan hareketi
18	elektromanyetik -foton

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1.	212
2.	enerji
3.	1 kalori
4.	büzülme
5.	boyca uzama
6.	endotermik -ekzotermik
7.	ısı kapsamı
8.	oluşma entalpisi
9.	B
10.	D
11.	B
12.	C
13.	A
14.	D
15.	C
16.	D
17.	C
18.	A
19.	B
20.	D
21.	C
22.	C
23.	D

KAYNAKÇA

- ARIK Ahmet, Rahim POLAT, Şeniz ŞENİZ, **ÖSS Kimya**, Oran Yayıncılık, Kaya Ofset – İstanbul, Kasım- 2003.
- KAKAÇ Sadık, **Isı Transferine Giriş I: Isı İletimi**, Tisa Matbaacılık Sanayi, Ankara, 1976.
- KALYONCU Celalettin, Yaşar ÇAKMAK, **Fizik – Lise 1**, Semih Ofset – Ankara, 2005.
- TAŞLICA Ali Osman, Kemal TANER, Fahri OLUKLULU, Zekeriya ALTAÇ-**Cihaz Teknolojisi – Sıcaklık ve Kimyasal Bileşimin Ölçümü (2)**, Etam AŞ Matbaa Tesisleri, Eskişehir, 1994.
- www.virtualsciencefair.org/.../conclusion.html
- <http://tr.wikipedia.org/wiki/Ate%C5%9F>
- www.kfupm.edu.sa/me/Lheatrs_Equipment.htm
- www.ceet.niu.edu/depts/me/hmt.html