

9.Sınıf Fizik Isı ve Sıcaklık Konu Anlatımı

Isı, sıcaklık ve iç enerji

Sıcaklık

Bir madde katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç hâlde bulunabilir. Madde hangi hâlde olursa olsun, madde tanecikleri daima hareket halindedir. Bu hareketler maddenin bulunduğu hâle göre değişebilir.

Maddeyi oluşturan taneciklerin hareket hâlinde olması moleküllerin bir hızı yani kinetik enerjisi olduğu anlamına gelir. Sıcaklık madde taneciklerinin ortalama hızları ile orantılı fiziksel bir büyüklüktür.

Sıcaklık bir maddenin taneciklerinin sahip olduğu ortalama kinetik enerjisinin bir göstergesidir. Bir maddenin belli bir ölçüye göre soğukluğunu veya ılıkliğini gösteren büyüklük sıcaklık olarak bilinir. Ayrıca sıcaklık bir cismin diğer cisimlerle ısı dengede olup olmadığını belirleyen bir özelliktir.

Sıcaklık, temel büyüklüklerdendir. Bir maddenin sıcaklığı, maddenin cinsine ve miktarına bağlı değildir. Eşit sıcaklıkta farklı cins ve farklı kütlede bir çok madde bulunabilir.

Isı Enerjisi

Sıcaklıkları farklı olan maddeler arasında alınıp verilen, diğer bir ifadeyle transfer edilen enerjiye ısı enerjisi denir. Isının bir maddeden diğerine aktarımına ısı alışverişi denir.

Sıcaklıkları farklı olan maddeler bir araya getirildiklerinde, yüksek sıcaklıkta olandan düşük sıcaklıkta olana doğru bir enerji akışı gerçekleşir. Bu enerji ısı enerjisidir. Yüksek sıcaklıktaki madde ısı kaybeder ve soğur. Dolayısıyla o madde ısı verendir. Düşük sıcaklıktaki madde ısınır ve sıcaklığı yükselir. Bu da ısı alandır. Maddeler arasındaki ısı alışverişi, maddeler aynı sıcaklığa ulaşınca kadar devam eder. Isı, daima sıcak maddelerden soğuk maddelere doğru akar.

Isı, sıcaklık farkından dolayı alınıp - verilen enerji olduğundan, maddeler ısı alıp ya da verdiği iç enerjisi değişir.

Isı ve sıcaklık kavramlarını günlük hayatta sıklıkla kullanırız. Ancak bazen birbiriyle karıştırılan bu kavramlar birbirlerinin yerine kullanılır. Isı ve sıcaklık kavramlarının bazı doğru ve yanlış kullanımları aşağıda gösterilmiştir.

İç Enerji

Bir maddenin taneciklerinin sahip olduğu tüm enerjilerinin toplamına iç enerji denir. İç enerjiye madde taneciklerinin öteleme, dönme ve titreşimden kaynaklanan kinetik enerji, moleküllerdeki potansiyel enerji ile moleküllerin birbiriyle etkileşiminden kaynaklanan potansiyel enerjileri ile atomların çekirdek ve elektronların enerjileri katkı sağlar.

Bir sistemin iç enerjisi tek başına ölçülemez. Ancak sistemin iki durumu karşılaştırıldığında iç enerjileri arasındaki fark ölçülebilir. Bir maddenin iç enerjisindeki değişim miktarı, o maddenin aldığı ya da verdiği ısı enerjisi kadardır. Dışarıdan enerji alındığında maddenin iç enerjisi artar. Tanecikler arasındaki bağlar zayıflar, katı maddelerde taneciklerin titreşim hareketi, sıvı maddelerde moleküllerin "titreşim + dönme" hareketi, gaz moleküllerin de "titreşim + öteleme + dönme" hareketi artar.

Bir maddenin iç enerjisinin değişimi ısı alışverişi olmadan da değiştirilebilir.

Örneğin şekildeki sistemde bir silindir içinde bir miktar gaz vardır. Piston itilerek gaz sıkıştırıldığında tanecikler daha hızlı hareket ederek aralarındaki çarpışma sayısı artar ve madde ısınır. Böylece gaz maddeye ısı verilmediği hâlde enerjisi artmış olur. Bunun tersi de mümkündür. İçinde sıkıştırılmış hâlde gaz bulunan piston serbest bırakılıp gaz genişletilirse, gazın iç enerjisi azalır ve soğur.

Bahsettiğimiz bu iki durumdan ilkinde sıkıştırılarak gaz madde üzerinde iş yapılmış, ikincisinde ise gaz madde pistonu iterek, gaz maddenin kendisi iş yapmıştır.

Bir maddenin sahip olduğu iç enerji maddenin sıcaklığına, kütlesine ve maddenin cinsine bağlıdır.

Evrendeki Sıcaklık ve Mutlak Sıcaklık

Evrende gerçekleşen olaylar farklı farklı sıcaklıklarda gerçekleşmektedir.

Teorik olarak evrende bilinen en yüksek sıcaklık Güneş merkezinin sıcaklığıdır. Bu sıcaklık değeri 14 milyon derece celsiusdur. Evrende teorik olarak bilinen en düşük sıcaklık değeri $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ tur. Bu sıcaklığa mutlak sıfır noktası denir ve bu değere pratik olarak ulaşmak mümkün değildir.

Lazer ortamların soğutulması sırasında mutlak sıfır sıcaklığına çok yaklaşılmamasına rağmen mutlak sıfır noktasına erişilemez.

Mutlak sıfıra inilseydi kabın içindeki gaz moleküllerinin kinetik enerjisi sıfır olur ve moleküllerin hareketi dururdu. Kuantum teorisine göre, en düşük sıcaklık olan mutlak sıfırda bile "sıfır nokta enerjisi" denilen bir enerjinin varlığı öngörülür.

Soğutulan bir maddede tüm moleküllerin hareketinin durduğu ve daha ötesinde soğumanın olamayacağı sıcaklık değerine " mutlak sıfır noktası" denir. Mutlak sıfır noktası 0 K olarak kabul edilir.

Sıcaklığın Ölçümü ve Termometreler

Sıcaklığı kesin sayılarla ifade etmek için ölçü araçları kullanılır. Bu ölçü araçlarına termometre denir. Isı ve sıcaklık ölçülebilir büyüklükler olduğundan, ısı kalorimetre kabı ile sıcaklık ise termometre ile ölçülür.

Yaygın olarak kullanılan sıvılı bir termometre içinde, ısıtıldığında genişleyen bir sıvı içeren (cıva veya alkol) ince bir cam borudan ibarettir. Cam, borunun üzeri ölçekli bir şekilde bölmelendirilmiştir.

Cam boru alt kısmındaki haznesi belli bir hacimde cıva ile doldurulur. Hazne ısıtılınca cıva genişerek ince cam boruda yükselir. Cam boru üzerinde ki sayılar sıcaklığı gösterir.

Termodinamik

Termodinamik, mekanik enerji ile ısı arasındaki ilişkiyi inceleyen fiziğin bir alt alanıdır. Termodinamiğin sıfırına yasası şu şekilde ifade edilmektedir: Eğer iki cisim üçüncü bir cisim ile ısısal denge hâlinde ise birbiriyle de ısısal denge hâlinindedir ve bu nedenle de aynı sıcaklıktadır.

Termometreler Arasındaki Dönüşüm

Herhangi bir termometrenin gösterdiği sıcaklık aralığı sınırlıdır. Örneğin cıvalı termometre, cıvanın donma noktasının $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ altındaki sıcaklıklarda bir değer gösteremez.

En çok kullanılan sıcaklık ölçü birimleri celsius (santigrad $^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) ve Kelvin (K) dir. Celsius suyun donma sıcaklığını $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, kaynama sıcaklığını $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ kabul etmiştir. Fahrenheit'a göre suyun donma sıcaklığı $32\text{ }^{\circ}\text{F}$, kaynama sıcaklığı ise $212\text{ }^{\circ}\text{F}$ kabul edilmiştir.

Kelvin ise madde taneciklerinin en düşük enerji seviyesindeki sıcaklığını 0° kabul etmiştir. (Bu sıcaklık $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ye denk gelmekte ve mutlak sıcaklık olarak adlandırılmaktadır.) Bir ortamda bu termometre ölçekleri kullanılarak sıcaklık ölçümü yapıldığında her bir termometre farklı değeri gösterir.

Celsius termometresinde okunan değer $T(^{\circ}\text{C})$, Fahrenheit termometresinde okunan değer $T(^{\circ}\text{F})$, Kelvin termometresinde okunan değer $T(\text{K})$ ve herhangi bir X termometresinde okunan değer $T(\text{X})$ olduğunda, bunlar arasındaki ilişki,

$$\frac{T(^{\circ}\text{C})}{100} = \frac{T(^{\circ}\text{F}) - 32}{180} = \frac{T(\text{K}) - 273}{100} = \frac{T(\text{X}) - A}{B - A} \text{ olur.}$$

Ayrıca termometreler arasında dönüşüm yapılırken orantı yöntemi de kullanılabilir. Örneğin suyun sıcaklığı 0 °C tan 10 °C ta çıkarıldığında yani 10 bölme yükseldiğinde Fahrenheit termometresinde 18 bölme yükselir ve $T(^{\circ}\text{F}) = 32 + 18 = 50$ DF değerini gösterir.

Kelvin ile Celsius arasında ise, $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$ eşitliği vardır.

Termometrenin Duyarlılığı

Küçük sıcaklık değişimlerinden etkilenen termometrelerin duyarlılığı daha fazladır. Bunun için termometrenin haznesinde daha fazla sıvı ve sıcaklıkla daha çok genleşen sıvı olmalıdır. Cıvanın tercih edilmesi bundan dolayıdır. Ayrıca kılcal boru dar olmalı ki genleşen sıvının hareketi rahat gözlenebilsin.

Termometre Çeşitleri

Termometrelerin yapımında genelde maddelerin genleşme özelliklerinden yararlanır. Fakat bazı termometrelerin yapımında basınç, renk, direnç ve benzeri özelliklerdeki değişiklikler de dikkate alınır. Isınınca genleşmeleri sıcaklıkla orantılı olan katı, sıvı ve gaz maddelerinden çeşitli termometreler yapılmıştır. Çok yaygın olarak kullanılan termometreler sıvılı ve metal termometrelerdir. Gazlı termometreler pek kullanışlı değildir. Bunun dışında günümüzde elektronik (dijital) termometreler de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Termometre çeşitleri olarak aşağıdakileri sayabiliriz.

1. Duvar termometreleri
2. Hasta termometreleri
3. Laboratuvar termometreleri
4. Metal termometreler
5. Dijital termometreler

Öz Isı ve Isı Sığası

Soğuk ve sıcak su ısıca yalıtılmış bir kaptaki karıştırılarak karışımın sıcaklığı ölçüldüğünde bu değer iki sıcaklık arasında bir değer olduğu görülür.

Buna göre, soğuk su ısı alarak sıcaklığı yükselmiş, sıcak su ise ısı vererek sıcaklığı azalmıştır. Yani sıcaklığı büyük olan sudan küçük olan suya bir ısı akışı olmuştur. İki madde arasındaki bu ısı alış verişi sıcaklık eşitliği sağlanıncaya kadar devam eder. Maddeler arasında alınan ve verilen ısı enerjileri eşit olur.

Isı Miktarının Ölçülmesi

Isı alan maddenin sıcaklığı artar. Bir maddenin sıcaklığındaki değişim, sadece maddeye verilen ısı miktarına bağlı değildir. Sıcaklık artışı, ısının dışında maddenin kütlesi ve cinsi ile de ilgilidir.

1. Aynı cins ve eşit kütleli sıvıya eşit miktar ısı enerjisi verildiğinde, sıvıların sıcaklıklarının eşit miktar arttığı görülür.
2. Aynı cins fakat farklı kütleli sıvılara, eşit miktar ısı enerjisi verildiğinde, kütlesi az olan sıvının sıcaklığının daha fazla arttığı görülür.
3. Farklı cins ve eşit kütleli sıvılara eşit miktar ısı enerjisi verildiğinde, sıcaklık değişimlerinin farklı olduğu görülür.

Maddenin cinsinin etkisi özgül ısı ile ifade edilir.

Özgül Isı

Bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C artırmak için gereken ısı miktarına özgül ısı denir. Özgül ısıya ısınma ısı ya da öz ısı da denir. Özgül ısı c ile gösterilir ve maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Yani aynı şartlarda arı maddelerin özgül ısıları farklıdır.

Kütlesi m, özgül ısı c olan bir maddenin sıcaklığını AT kadar değiştirmek için verilmesi ya da alınması gereken ısı enerjisi,

$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ eşitliği ile bulunur.

Kütle "gram", özgül ısı "cal/g . °C", sıcaklık "°C" cinsinden alınır, ısı enerjisi calori cinsinden bulunur. ΔT sıcaklık değişimi, $\Delta T = T_{\text{yüksek}} - T_{\text{düşük}}$ tür.

Isı Sığası

Bir maddenin kütlesi ile özgül ısısının çarpımına (m . c) ısı sığası denir. Isı sığası madde miktarına bağlı olup ayırt edici özellik değildir. Yalıtılmış bir ortamda bir araya konulan iki madde arasında ısı alışverişi olacağını ve ısı denge sağlandığında alınan ısının verilen ısıya eşit olduğunu daha önce belirtmiştik.

m1 kütleli, c1 özgül ısı ve °C sıcaklığındaki sıvı ile m2 kütleli, c2 özgül ısı ve T2 °C sıcaklığındaki sıvı ısıca yalıtılmış bir kapta karıştırılırsa, karışımın sıcaklığı iki sıcaklık arasında bir değer olur. Ayrıca alınan ısı verilen ısıya eşittir. $T_1 < T_2$ ise,

$$Q_{\text{alınan}} = Q_{\text{verilen}}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_{\text{denge}} - T_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_2 - T_{\text{denge}})$$

Bu bağıntıdan faydalanarak denge sıcaklığı bulunur.

Aynı cins sıvıdan eşit kütleli karışım yapılırsa karışımın sıcaklığı, sıcaklıkların aritmetik ortalamasından bulunur.

$$\text{Yani, } T_{\text{karışım}} = \frac{T_1 + T_2}{2} \text{ den bulunur.}$$

Isı Aktarımı

Isı bir yerden başka bir yere üç yolla aktarılır. Bunlar;

1. İletim yoluyla
2. Konveksiyon yoluyla
3. Işıma yoluyla

1. İletim yoluyla

Katı maddelerde ısı, iletim yoluyla yayılır. Isı alan katı taneciklerinin (molekül ya da atomların) hareket enerjileri artar. Dolayısıyla tanecikler daha hızlı titreşir. Titreşen tanecikler çevrelerindeki diğer tanecikleri de titreştirir. Böylece ısı enerjisi tanecikten taneciğe aktarılarak yayılır.

Metal bir çubuk şeklindeki gibi bir ucundan ısıtıldığında, ısı diğer uca doğru iletim yoluyla aktarılır. Isıtılan uç diğer uçtan daima daha sıcaktır.

Isının iletilmesi ortama göre değişir. Isı maddelerde farklı şekillerde yayılabilir. Katı ve sıvılarda ısının iletimi aynı şekilde olmaz. Bazı maddelerin diğerlerine göre ısıyı daha iyi ilettiğini biliriz. Örneğin yemek yaparken metal kaşık yerine tahta kaşık kullanmayı tercih ederiz.

Evlerimizde bazı zeminler tahta iken bazı zeminler mermer ya da fayans olabilir. Ayağımızın birini tahta zemine diğerini fayans zemine bastığımızda fayans olan zeminin daha soğuk olduğunu hissederiz. Aslında iki zemin de aynı sıcaklıktadır. Ancak fayans tahtadan daha iyi ısı iletkenidir. Fayansa basan ayağımızdan daha hızlı ve daha fazla ısı enerjisi fayansa geçer ve bu nedenle bu zemini daha soğuk hissederiz.

Annelerimizden “betona oturma, çeker” ikazını duymuşuzdur. Betonun iyi bir ısı iletkeni olması, oturulduğunda vücuttan fazla miktarda ısı almasına ve ısı kaybeden vücutun hastalanmasına neden olabilir.

Enerji Aktarım Hızı

Metal bir kaşığı kaynamakta olan çorbanın içinde beklettiğimizde bir süre sonra elimizde sıcaklık hissederiz. Bu, ısının en bilinen yayılma yolu olan iletim yoluyla yayılmasının bir sonucu olduğunu biliyoruz. Sıcak çorbanın ısı enerjisi kaşık boyunca iletilerek elimize ulaşır ve bu şekilde iletilen ısı enerjisini sıcaklık olarak hissederiz.

Isının iletim yoluyla cisim boyunca nasıl iletildiğini ve aktarılan ısı miktarının nelere bağlı olduğunu daha yakından inceleyelim: Cismin ucu daha sıcak olan ortama yerleştirildiğinde sıcak ortam cismin moleküllerinin daha büyük genlikle titreşmesine neden olur. Uç kısımlarda ki tanecikler daha büyük genlikle titreşirken yakınlarındaki diğer tanecikleri etkileyerek onların da daha büyük genliklerle titreşmesine neden olurlar.

Bu olay domino taşlarının birbirini devirmesi gibi cismin bir ucundan diğer bölgelere doğru yayılır ve ısı bu şekilde cisim boyunca yayılmış olur.

Isının bir cisim boyunca yayılması boyutları özdeş olan ancak farklı maddelerden yapılmış cisimler ile dendiğinde aynı sonuç elde edilmez. Örneğin metal çubuk ısıyı çok çabuk iletirken ağaç çubuk ya da sert plastik çubuk ısıyı metaller kadar iyi iletmez. Bu nedenle tencere ya da çaydanlık sapları sert plastik malzemeden yapılır. Isı iletim hızı maddelerin cinsine bağlıdır. Isıyı iyi ileten maddeler ısı iletkeni, ısıyı iyi iletmeyen maddeler ısı yalıtkanı olarak adlandırılabilir. Isı yalıtkanı maddeler zayıf da olsa ısıyı iletir.

İletim yoluyla aktarılan ısı enerjisi ne kadar olduğunu ve nelere bağlı olduğunu inceleyelim. Kesit alanı A boyu L olan bir çubuğun bir ucu sıcaklığı T1 olan ortama diğer ucu sıcaklığı T2 olan bir ortama yerleştirilmiş olsun. ve T2 sıcaklıkları farklı olduğunda çubuk üzerinde ısı iletimi gerçekteşir. $T1 < T2$ olduğu kabul edilirse çubuğun kesit alanından birim zamanda geğen ısı miktarı $A(T2-T1) / L$ ile orantılıdır.

Yapılan deney ve gözlemler sonucunda çubuk üzerinde iletilen ısı miktarı Q;

- Çubuğun kesit alanı A ile doğru orantılıdır.
- Sıcaklık farkı $\Delta T = T2 - T1$ ile doğru orantılıdır.
- Geğen zaman t ile doğru orantılıdır.
- Çubuğun boyu L ile ters orantılıdır.

Bu ifadeler eşitlik hâline getirildiğinde iletim yoluyla aktarılan ısı miktarı;

$$Q = k \cdot A \left(\frac{\Delta T}{L} \right) t \text{ olarak elde edilir.}$$

$$\text{Isının aktarım hızı; } \frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \cdot A \left(\frac{\Delta T}{L} \right)$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} : \text{ Isı aktarım hızı}$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta L} : \text{ Birim uzaklığa göre sıcaklık değişimi (\Delta T pozitif alınacak)}$$

Eğer, $\Delta T = T_{\text{küçük}} - T_{\text{büyük}}$ alınır, ΔT negatif çıkar. Bu durumda formülün önüne (-) işareti konulması gerekir.

k sabitine ısı iletim katsayısı denir. Ayırt edici bir özelliktir. Birimi $\frac{\text{watt}}{\text{m} \cdot \text{K}}$ dir.

2. Konveksiyon yoluyla ısının aktarılması

Isının konveksiyon yoluyla yayılması sıvı ve gazlarda gerçekleşir. Konveksiyon, ısınan madde taneciklerinin yer değiştirerek ısı enerjisini bir yerden başka bir yere taşımaları esasına dayanır.

Sıvılar ve gazlar akışkan maddelerdir. Isıtılan sıvı moleküllerinin hacimleri artar ve yoğunlukları azalır. Yoğunlukları azalan sıcak sıvı molekülleri bulunduğu ortamda yukarı doğru hareket eder. Boşalan yerlere daha soğuk moleküller taşınarak ısı enerjisi hareket eden sıvı molekülleri ile taşınır.

Soba veya kalorifer bulunan odalarda da ısı konveksiyon yoluyla oda içine yayılır. Soba veya kalorifer etrafında ısınan hava tanecikleri genişler ve yukarı çıkar ve taşıdıkları ısıyla beraber odaya yayılırlar ve odanın ısınmasını sağlarlar. Özellikle kalorifer peteklerinin hemen üstünde hareketlenen tanecikler perdenin kıpırdamasına neden olabilir.

3. Işıma yoluyla ısının aktarılması

Kaynaktan çıkan ısı enerjisi etrafa görünür veya görünmez ışınlarla yayılır. Isının bu şekilde yayılmasına, ışıma (radyasyon) ile yayılma denir. Tüm sıcak cisimlerden ışıma yoluyla etrafa ısı yayılır.

Işınlar parlak yüzeyler tarafından yansıtılır, mat yüzeyler tarafından soğrulur. Dolayısıyla ısıyı soğuran madde ısınır. Isının Güneş'ten Dünya'mıza gelmesi bu yolla olur. Isının iletim ve konveksiyon yoluyla yayılması için bir madde gerektiği halde, ışıma yoluyla yayılması için bir maddeye ihtiyaç yoktur.

Geceleri Dünya yüzeyi soğur. Güneş görmeyen taraftaki Dünya yüzeyi, ışımayla ısı alamaz, tam tersine bu yüzeyden ışımayla etrafa ısı yayar.

Kırağı nasıl oluşur?

Soğurduğu enerjiden daha fazla enerji yayan cisimler soğumaya başlar. Gece olduğunda açık havada olan cisimler Güneş'in yokluğu nedeniyle ışıma yapmalarına rağmen yeterli enerji soğuramaz ve soğumaya başlarlar. Ancak iyi ısı iletkeni olan metal, beton, asfalt gibi yüzeyler, ısı dengesi için gerekli enerjiyi iletim yoluyla topraktan alırlar ve fazla soğumadan geceyi geçirebilirler.

Tahta, çimen, saman gibi kötü ısı iletkeni olan cisimler ışıma yoluyla ısı kaybeder ve Güneş'ten ısı alamadıkları için soğumaya başlar. Kötü ısı iletkeni olmaları nedeniyle topraktan ısı alamayan bu cisimlerin sıcaklıkları hava çok soğuk olmamasına rağmen sıfırın altına düşer. Bu derece soğuyan cisimlere temas eden havadaki nem; tahta, çimen, saman gibi cisimler üzerinde donarak kırağı oluşturur.

Hal Değişimi

Maddenin en küçük yapıtaşının atom olduğunu biliyoruz. Maddeler, atomlardan ya da atomların bir araya gelmesiyle oluşan moleküllerden meydana gelmiştir. Şimdiye kadar tanecik olarak adlandırdığımız bu yapılar aslında molekül ya da atom gruplarıdır. Molekülü oluşturan atomlar arasında kim yasal bağlar bulunduğunu biliyoruz. Bu bağlara sebep olan çekim kuvvetleri oldukça büyüktür.

Maddeyi oluşturan tanecikler birbirlerine uyguladıkları çekim kuvveti ile aralarında moleküller arası bağ oluşturur. Bu bağ sayesinde tanecikler bir arada bulunur. Tanecikler arasındaki çekim kuvveti atomlar arasındaki çekim kuvvetine göre oldukça zayıftır. Isıtılan veya soğutulan bir madde hâl değiştirebilir. Maddeyi oluşturan moleküller arasındaki çekim kuvveti maddenin fiziksel hâlini belirler. Bir madde ısıtıldıkça moleküller arası uzaklık artar ve aralarındaki çekim kuvveti azalır. Bir seviyeden sonra madde hâl değiştirebilir.

Madde katı hâlde iken tanecikler arasındaki çekim kuvveti en fazla, gaz hâlde iken çekim kuvveti yok denecek kadar azdır. Madde hâl değiştirdiğinde çekim kuvveti de değişir.

Erime ve Donma

Sabit atmosfer basıncı altında bütün katı maddelerin katı hâlden sıvı hâle geçtiği sabit bir sıcaklık değeri vardır. Bu sıcaklık değerine erime sıcaklığı ya da erime sıcaklık noktası denir.

Sabit atmosfer basıncı altında her maddenin erime sıcaklığı farklı olduğu için maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Örneğin deniz düzeyinde buzun erime sıcaklığı 0 °C tır.

Erime sıcaklığındaki 1 gram saf katı maddenin sıvı hâle geçmesi için gereken ısı miktarına o maddenin erime ısısı denir.

Her maddenin erime ısısı farklıdır. Dolayısıyla erime ısısı ayırt edici bir özelliktir. Erime ısısı L_e ile gösterilir, birimi J/g dır. 0 °C teki 1 g buz eriyerek 0 °C ta su olması için buza 334,40 Joule enerji verilmesi gerekir.

Bazı maddelerin erime ısısı değerleri yandaki tabloda verilmiştir. Farklı maddelerin eşit miktarlarını eritmek için gereken ısı miktarları da farklı farklıdır.

Bir katı maddenin eritilebilmesi için gereken ısı miktarı, maddenin kütlesi ile doğru orantılıdır. Maddenin kütlesi arttıkça erimesi için alması gereken ısı da artar. Bu ısı miktarını aşağıdaki bağıntı ile hesaplayabiliriz:

$$Q = m \cdot L_e$$

Katı bir madde erirken ne kadar ısı alırsa aynı miktar ısıyı donarken çevresine geri verir. Bundan dolayı maddelerin donma ve erime ısıları birbirine eşittir.

Donma sıcaklığındaki 1 g saf sıvı maddenin katı hâle geçmesi için çevreye verdiği ısı miktarına donma ısısı adı verilir. Donma ısısı L_d harfiyle gösterilir.

Basıncın Erime ve Donmaya Etkisi

Basınç, birim yüzeye etkiyen dik kuvvettir. Bundan dolayı basınç, bir mad denin moleküllerini bir arada tutarak parçalanıp dağılmasını önleyecek yönde etkir.

- Erime sırasında hacmi artan maddelerde, basıncın artması erimeyi zorlaştırır. Maddenin erime sıcaklığı basınçla yükselmiş olur. Tersinde ise azalmış olur.
- Erime sırasında hacmi azalan maddelerde basıncın artması erimeyi kolaylaştırır. Böylece maddenin erime sıcaklığı düşer.

Örneğin normal şartlarda 0 °C ta eriyen buz, üzerine basınç uygulandığında - 1 °C, - 2 °C ta eriyebilir. Kışın kar üzerine bastığımızda, ayağımızın altındaki karın erimeye başlaması buna bir örnektir.

Safsızlığın Erime ve Donmaya Etkisi

Bir miktar tuzu bir bardak su içine döküp karıştıralım. Oluşan tuzlu su çözeltisini soğumaya bırakalım. Tuzlu suyun 0 °C ta değil daha düşük bir sıcaklıkta donduğunu görürüz. Bunun sebebi katkı maddelerinin sıvıların saflığını bozmasıdır. Örneğin suya karıştırılan tuz bileşiği, klor ve sodyum iyonlarına ayrışır ve bunlar su moleküllerinin arasına girer. Böylece suyun saflığı bozulur. Karıştırılan tuz miktarına göre tuzlu suyun donma sıcaklığı -15 °C lara kadar düşebilir.

Dondurucu soğuğa rağmen deniz ve okyanus suları niçin hemen donmaz?

Çünkü denizlerdeki su kütlesi hem çok büyüktür hem de sular tuzludur. Fakat göllerdeki su tatlı sudur. Dolayısıyla hava sıcaklığı 0 °C ın altına düştüğünde göl ve nehir suları donar. Kutuplarda hava sıcaklığı 0 °C un altında olsa bile tuzlu deniz suyu çok daha düşük sıcaklıklarda donar.

Hatırlatma

- Madde hâl değiştirirken sıcaklığı değişmez.
- Bir maddenin erime sıcaklığı ile donma sıcaklığı eşittir.
- Bir maddenin erime ısı ile donma ısı eşittir.
- Erime sıcaklığı ve erime ısı, maddenin ayırt edici özelliklerindedir.

Buharlaşma

Sıvıların gaz hâline geçmesi olayına buharlaşma denir. Buharlaşmada basınç ve diğer fiziksel şartların etkisi çoktur. Sıvı ısıtıldığında moleküllerin hızı artar. Hızla sıvı yüzeyine ulaşan molekül, moleküller arası çekim kuvvetini yenerek sıvıyı terk eder. Bu olaya buharlaşma denir.

- Buharlaşma her sıcaklıkta olabilir.
- Maddeler dışarıdan ısı alarak buharlaşır. Dolayısıyla buharlaşmanın olduğu yerde serinleme ve soğuma olur.
- Sıcaklığın artması buharlaşmayı hızlandırır.
- Açık hava basıncının azalması buharlaşmayı artırır.
- Sıvının açık yüzey alanı arttıkça buharlaşma daha fazla olur.
- Rüzgarlı havada buharlaşma fazla olduğundan ıslak çamaşırlar daha çabuk kurur.

Kaynama ve Yoğuşma

Bir kapta bulunan sıvı ısıtılırsa sıcaklığı yükselir ve buharlaşma artar. Sıvının sıcaklığının yükselmesiyle meydana gelen buhar basıncı, sıvının yüzeyine etki eden basınca eşit olduğu an, sıvı kaynamaya başlar. Kaynama sırasında sıvının sıcaklığı değişmez.

Sabit atmosfer basıncı altında bütün sıvı maddelerin, sıvı hâlden gaz hâle geçtiği sabit bir sıcaklık değeri vardır. Bu sıcaklık değerine kaynama noktası denir. Kaynama sıcaklığı maddeler için ayırt edici bir özelliktir.

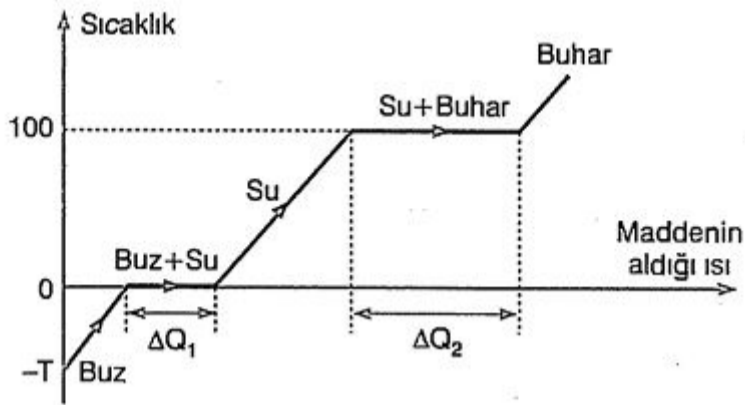
Kaynama sıcaklığındaki 1 gram saf sıvıyı gaz hâle geçirmek için gerekli ısıya buharlaşma ısı denir. Buharlaşma ısı "L_b" şeklinde ifade edilir. Bir sıvının buharlaşması için gereken ısı miktarı sıvının kütlesiyle doğru orantılıdır. Kaynama sıcaklığında kütlesi arttıkça, sıvının buharlaşarak gaz hâle geçmesi için ihtiyaç duyduğu ısı enerjisi de artar. Buharlaşma için gerekli ısı enerjisi aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$Q = m \cdot L_b$$

Kütle birimi kilogram, ısı birimi Joule olduğunda buharlaşma ısısı birimi Joule/gram (J/g) olur.

Suyun Hâl Değişim Grafiği

Bir parça buz ısıtıldığında önce sıcaklık artar. Erime sıcaklığına geldiğinde hâl değiştirmeye başlar ve buzun tamamı eriyinceye kadar sıcaklığı değişmez. Isı enerjisi verilmeye devam edildiğinde, suyun sıcaklığı artar ve 100°C ta kaynamaya başlar. Suyun tamamı buhar oluncaya kadar sıcaklık değişmez. Bu açıklamaya göre buzun sıcaklık - alınan ısı grafiği şeklindeki gibi olur.



Basıncın Kaynamaya Etkisi

Kapalı bir kabın yarısı bir sıvı ile doldurulmuş olsun. Kabın diğer yarısı ise tamamen boşluk olsun. Bu durumda sıvı içindeki hareketli moleküller sıvı yüzeyini terk ederek boş kısma geçer. Böylece sıvının üst kısmında gaz oluşur ve bu gaz sıvı üzerine bir basınç uygular. Gaz moleküllerinin birbirleriyle çarpışması sonucunda bazı moleküller tekrar sıvı içine dönebildiği gibi sıvı içindeki moleküller de sıvıyı terk ederek gaz hâle geçebilir.

Sıvıdan gaza gazdan sıvıya molekül geçişi gaz yoğunluğunun belirli bir değere ulaşması ile son bulur ve sıvı - gaz arasında denge durumu gerçekleşir. Daha fazla molekül gaz hâle ya da gaz molekülleri sıvı hâle geçemez.

Denge durumunun sağlandığı bu durumdaki gaz basıncına maddenin buhar basıncı denir. Sıvının sıcaklığı arttırıldığında ise buharlaşma tekrar başlar ve buharlaşmanın durması için daha büyük buhar basıncı uygulamak gerekir.

- Üzeri açık bir tenceredeki su ısıtıldığında 100 °C kaynamaya başlar. Verilen ısı suyun buharlaşmasına harcanır ve su sıcaklığı 100 °C nin üzerine çıkamaz. Ancak su kapalı bir kaptaki su ısıtılırsa 100 °C de buharlaşan moleküller kabı terk edemez ve sıvı üzerindeki buhar basıncını artırır. Buharlaşma zorlaşır. Böylece suyun sıcaklığı 100 °C nin üzerine çıkabilir. Dödüklü tencereler bu prensiple daha çabuk pişirir.
- Basınç azalır ise kaynama noktası düşer. Deniz seviyesinden yükseldikçe açık hava basıncı azalacağından kaynama noktası 100 °C in altına düşer. Erzurum'da saf su yaklaşık 94 °C ta, Everest dağının tepesinde 70 °C ta kaynar.

Hissedilen Sıcaklık

Vücudumuzdaki fazla ısının dışarı atılması terleme ile gerçekleşir. Terleme, bir buharlaşma olayıdır. Vücut sıcaklığı 37 °C nin üzerine çıktığında ter bezleri vücuttaki suyu deri yüzeyine salgılar. Deri yüzeyindeki su buharlaşırken ihtiyaç duyduğu gerekli ısıyı vücuttan alarak vücudun fazla ısıdan kurtulmasını ve rahatlamasını sağlar.

Ancak buharlaşma buhar basıncına bağlıdır. Buhar basıncının fazla olması buharlaşmayı zorlaştırır. Havadaki nem miktarı fazla olduğunda vücut yüzeyine salgılanan su, buhar basıncının fazla olması nedeniyle buharlaşmakta zorlanır. Ter sıvısının yeterli buharlaşmaması nedeniyle vücut sıcaklığı düşürülemez ve hava sıcaklığı olduğundan daha fazla hissedilir.

Katılarda Genleşme ve Büzülme

Maddeyi oluşturan tanecikler arasında elektriksel bir çekim kuvveti vardır. Katılarda bu kuvvetler çok büyük olduğundan, katı maddenin tanecikleri yalnız titreşim hareketi yapar.

Eğer katı maddelere ısı verilerek sıcaklıkları artırılırsa, taneciklerin kinetik enerjileri artar. Bunun sonucu olarak titreşim hareketi artar. Tanecikler bir birlerinden uzaklaşırlar ve katının hacmi ya da boyutları büyür. Sıcaklık artışı tanecikler arası uzaklığın artmasına yani genleşmeye neden olur.

Katı madde, tel şeklinde ise boyca uzaması, ince levha şeklinde ise yüzeyce genleşmesi, bunların dışında küre ve silindir gibi şekle sahip ise, hacimce genleşmesi ile ilgilenilir. Tel şeklindeki katı maddelerin kesitlerindeki genleşme, boyundaki genleşmenin yanında çok küçük kaldığı için dikkate alınmaz. Aynı şekilde, levha şeklindeki katının kalınlığındaki genleşme, yüzeyindeki genleşmenin yanında çok küçük kaldığı için dikkate alınmaz.

Katıların boyca uzaması

Isıtılan katı bir maddenin boyundaki uzama miktarı; ilk boyuna, sıcaklık artışına ve katı maddenin cinsine bağlıdır. Katının kesit alanına bağlı değildir.

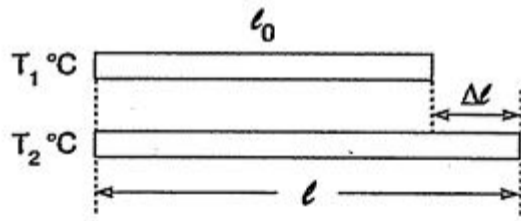
Örneğin ℓ_0 uzunluğundaki bir metal çubuğun sıcaklığı ΔT °C artırılırsa, ($\Delta T = T_2 - T_1$), boyu $\Delta \ell$ kadar uzar.

Çubuğun boyca uzama miktarı,

$$\Delta \ell = \ell_0 \cdot \lambda \cdot \Delta T \quad \text{bağıntısı ile hesaplanır.}$$

Bu bağıntıdaki λ , boyca uzama katsayısıdır, birimi $1/^\circ\text{C}$ tur.

Bazı maddelerin boyca uzama katsayıları tabloda verilmiştir.



ΔT : İlk ve son sıcaklıklar arasındaki farktır.

ℓ_0 : İlk boydur.

ℓ : Son boydur.

Bir cismin birim uzunluğunun sıcaklığı 1 °C artırıldığında, meydana gelen uzama miktarına boyca uzama katsayısı denir. Boyca uzama katsayısı maddeler için ayırt edici bir özelliktir. İlk boyu ℓ_0 olan bir metal çubuğun sıcaklığı ΔT °C artırılırsa son boyu,

$$\ell = \ell_0 + \Delta \ell \quad \text{olur.}$$

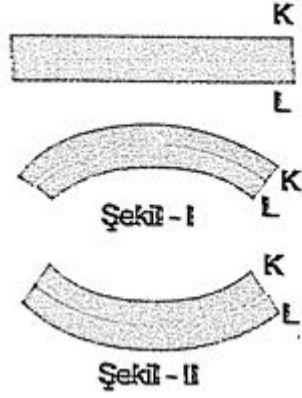
- Uzama katsayısı katı maddeler için ayırt edici bir özelliktir.
- Çubuk şeklindeki maddelerin boyca uzaması kesit alanına bağlı değildir.
- Aynı maddeden yapılmış, ilk boyları eşit olan çubukların sıcaklıkları eşit olarak artırılırsa, kalın olan çubuk ile ince olan çubuğun boylan eşit olarak artar.
- Genleşmenin tersi büzülmedir. Bir çubuk sıcaklığı artırıldığında ne kadar üzüyorsa, ilk duruma göre sıcaklığı eşit miktar azaltılırsa eşit miktar kısalır.
- λ uzama katsayısı büyük olan çubuk; ısıtıldığında fazla uzar, soğutulduğunda ise fazla kısalır.

Metal Çifti

Metal çifti, aynı sıcaklıkta ve aynı boydaki iki farklı metal çubuğun birbirine perçinlenmesiyle oluşur. Metal çiftinin sıcaklığı değiştirilirse bükülme gözlenir. Bir ucu sabit olan metal çiftlerinde serbest uca bükülme olur.

Metal çiftleri birbirine perçinli olduğu için ısıtıldıklarında bağımsız hareket edemezler. Fakat uzama katsayıları birbirinden farklı olduğu için biri diğeri üzerine bükülür. Uzama katsayısı büyük olan metal daha çok uzayacağından metal çifti bu metal dışarıda katacak şekilde eğilir.

Oda sıcaklığında birbirine perçinli şekildeki K ve L çubuklarının boyca uzama katsayıları λ_K ve λ_L olsun, eğer $\lambda_K > \lambda_L$ ise, metal çiftinin sıcaklığı artırılırsa görünümleri Şekil - 1 deki gibi, metal çifti soğutulursa görünümleri Şekil - II deki gibi olur.



Katıların Yüzeyce Genleşmesi

Bir metal levha ısıtılırsa, hem enine hem de boyuna uzar. Yüzey alanı S_0 olan bir levhanın sıcaklığı ΔT °C artırılırsa yüzeyce genleşme miktarı ΔS ,

$\Delta S = S_0 \cdot 2\lambda \cdot \Delta T$ bağıntısıyla hesaplanır.

Yüzeyce genleşme katsayısı, boyca uzama katsayısının iki katına eşittir. İlk yüzey alanı S_0 olan bir metal levhanın, ΔS kadar genleşmesi sonucu son yüzey alanı olan S , $S = S_0 + \Delta S$ kadar olur.

Buna göre, katıların yüzeyce genleşmesi; ilk yüzey alanına, sıcaklık artışına ve yapıldığı maddenin cinsine bağlı olarak değişir.

Şekildeki levhanın içinden r yarıçaplı bir parça çıkarılıp atılarak arası boş bırakılıyor. Levha ısıtıldığında, x , y ve r uzaklıkları artar. Soğutulduğunda ise, x , y , r uzaklıkları azalır. Bu olayı fotokopik büyüme ya da küçülmeye benzetebiliriz. Yani levha ısıtıldığında içe doğru genleşme olmaz. Bu duruma mutlaka dikkat edilmelidir.

Katıların Hacimce Genleşmesi

Üç boyutlu katı bir cisim ısıtılırsa bu cisim hacimce genişler. İlk hacmi V_0 olan katı bir cismin sıcaklığı ΔT °C artırılırsa, hacimce genleşme miktarı (ΔV),

$$\Delta V = V_0 \cdot 3\lambda \cdot \Delta T$$

bağıntısıyla hesaplanır.

Burada $3\lambda = a$ hacimce genleşme katsayısıdır.

Hacimce genleşme katsayısı boyca uzama katsayısının üç katına eşittir.

Katı cismin son hacmi ise, $V = V_0 + \Delta V$ olur.

Dikkat edilirse, hacimce genleşme miktarı da, maddenin ilk hacmine, sıcaklık değişimi ve maddenin cinsine bağlı olarak değişir.

Sıvılarda Genleşme

Isıtılan bir sıvı, hacimce genişler. Sobanın yanına konulan dolu şişedeki su yun ısınınca taşması, sıcak suyla dolu şişenin soğuyunca su seviyesinin düşmesi, sıvının genişlediğini gösterir. Ancak şişeden taşan su, şişeye oranla fazla genişleyen su miktarı olduğu unutulmamalıdır. Hava sıcaklığı artınca termometrede cıva düzeyi yükselir. Bu olaylar sıvıların genişlediğini gösterir.

Sıvılar ısıtılırsa, sıvı moleküllerinin kinetik enerjileri de artar. Moleküllerin hareketleri hızlanır ve aralarındaki boşluklar artar. Isıtılan sıvı üç boyutlu genişleyeceği için sıvının hacmi artar. Böylece sıvı genişmiş olur.

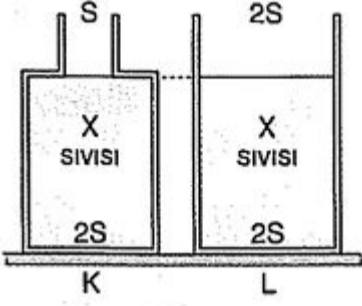
Genleşme sıvılar için ayırt edici bir özelliktir. Her sıvı için, sıvının özelliğine göre bir genleşme katsayısı vardır.

Bir sıvının T_1 °C sıcaklığındaki hacmi V_0 olmak üzere, sıvının sıcaklığı T_2 °C ta çıkarıldığında sıvının genleşme miktarı (ΔV)

$\Delta V = V_0 \cdot a \cdot \Delta T$ bağıntısıyla hesaplanır.

Bağıntıdaki $\Delta T = T_2 - T_1$, sıcaklık değişimi, a hacimce genleşme katsayısıdır.

Eğer eşit hacim ve eşit sıcaklıktaki farklı sıvıların sıcaklıkları eşit miktar artırılırsa, farklı miktarlarda genleştikleri gözlenir. Çünkü sıvıların genleşme miktarları ilk hacimlerine, sıvının cinsine ve sıcaklık artışına bağlıdır.



Kap genleşmesi önemsiz ise, şekildeki K ve L kaplarında eşit hacimli aynı cins sıvıların sıcaklığı eşit miktar artırıldığında eşit miktar genleşir. Fakat genleşen sıvı K kabında S kesitli kısımda, L de ise 2S kesitli kısımda yükselir. Dolayısıyla L de h kadar yükselirse, K de 2h kadar yükselir.

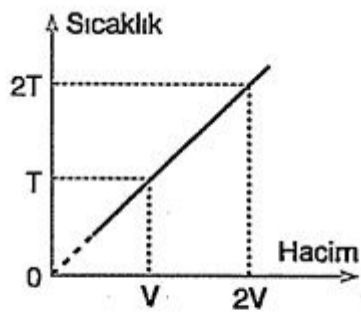
Suyun genleşmesi ve büzülmesi

Su diğer sıvılardan farklı şekilde genleşir. +4 °C ta hacmi en küçük değerini alır. +4 °C tan itibaren hacmi artar ve 0 °C teki hacmi ile +8 °C teki hacmi eşit olur. Hacmin minimum olduğu +4 °C ta özgül kütlesi maksimum değerini alır. Özgül kütlesi büyük olan sıvı altta olduğu için, su birikintilerinin, göllerin ve denizlerin dip kısımlarındaki sıcaklık + 4 °C civarındadır.

Gazlarda Genleşme

Isıtılan gazlar genleşir. Gaz moleküllerinin kinetik enerjileri artar. Bu da gaz moleküllerinin arasındaki uzaklığın artmasına neden olur. Çeşitli gazlarla yapılan deneylerde, normal şartlar altında bütün gazların birim hacimlerinin genleşme miktarlarının yani genleşme katsayılarının aynı olduğu görülmüştür. Gazlarda hacimce genleşme katsayısı $1/273^{\circ}\text{C}$ dir. Genleşme katsayılarının eşit olması genleşmenin gazlar için ayırt edici bir özellik olmadığını gösterir.

Gazın kütlesi ve basıncı sabit kalmak şartıyla mutlak sıcaklıkla hacmi doğru orantılıdır. Hacimleri ve sıcaklıkları aynı olan iki gazın basınçları sabit kalmak şartı ile, sıcaklıkları eşit miktar yükseltirirse, ikisi de eşit miktar genleşir. Az şişirilmiş ve ağzı bağlı bir esnek balon sıcak su üzerine konulursa balonun içindeki gazın genleştiği ve balonun şiştiği gözlenir. Yani ısıtılan gazlar genleşir.



Isıtılan bir gazın sıcaklık - hacim değişimi

- Gazların genleşme katsayısı sıvılarınkinden, sıvılarınki de katılarınkinden daha büyüktür.
- Bütün gazların genleşme katsayısı $1/273^{\circ}\text{C}$ olduğundan, genleşme katsayısı gazlar için ayırt edici bir özellik değildir.
- Kapalı ve esnek olmayan kaptaki gazların sıcaklığı artırıldığında gaz genleşmez. Ancak basıncı artar.

