



İÇ ENERJİ

Bir sistemi oluşturan atom ve moleküllerin kinetik (titreşim) ve potansiyel (bağ) enerjilerinin toplamı, iç enerji olarak tanımlanmaktadır.

- ❖ Sistem üzerinde iş yapıldığında, sisteme enerji aktarıldığında ya da sistem dışarı enerji aktardığında sistemin iç enerjisinde değişiklik meydana gelir.
- ❖ Su dolu çaydanlık ocağa konulduğunda ocaktan suya ısı enerjisi aktarılır. İç enerjisi artan su moleküllerinin hızı ve dolayısıyla kinetik enerjisi artar.

SICAKLIK

Sıcaklık, bir sistemdeki atom ve moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin bir göstergesidir.

- ❖ Sıcaklık termometre ile ölçülür. T sembolü ile gösterilir. Sıcaklığın SI'daki birimi kelvindir (K).

NOT

Sıcaklık enerji değildir.

ISI

- ❖ **Isı**; sıcaklıkları farklı, etkileşim hâlindeki iki sistem arasında sıcaklığı yüksek olandan düşük olana doğru, sıcaklığın dengelenmesi için transfer edilen enerjidir.
- ❖ Isı Q sembolü ile gösterilir, SI'daki birimi jouledür.
- ❖ Isı birimi olarak günlük hayatta genellikle kalori (cal) kullanılmaktadır.
- ❖ Joule ve kalori arasında $1 \text{ cal} \approx 4,186 \text{ J}$ ilişkisi vardır.
- ❖ Isı, şekildeki kalorimetre kabı denilen ölçü aleti kullanılarak hesaplanır.



FİZİKİNİTÖ



Mutlak Sıcaklık

- ❖ Maddenin atom ve moleküllerinin kinetik enerjisinin sıfır kabul edildiği sıcaklık değerine **mutlak sıcaklık** denir.
- ❖ Mutlak sıcaklık değeri 0 kelvin ($-273 \text{ }^{\circ}\text{C}$) olup sıcaklığı bu değerlerde olan maddelerin atom ve molekülleri titreşim yapmaz.
- ❖ Maddenin sıcaklığını mutlak sıcaklık değerine ve bu değer altına düşürmek mümkün değildir.

SIVILI TERMOMETRELER

- ❖ Renkli bir sıvı, kılcal bir boru ve hazneden oluşur.
- ❖ Sıvılı termometreler sıvıların genleşme prensibine göre çalışır.
- ❖ Sıvının donma ve kaynama sıcaklıkları arasında ölçüm yapılabilir.
- ❖ Genellikle vücut sıcaklığı ve ortam sıcaklığını ölçmek için kullanılır.
- ❖ Hasta termometreleri ve laboratuvar termometreleri genelde sıvılı termometrelerdir.

METAL TERMOMETRELER

- ❖ Metallerin genleşme özelliklerinden yararlanarak ölçüm yapan termometrelerdir.
- ❖ Yüksek sıcaklıkların ölçümünde kullanılırlar. Düşük sıcaklıklarda hassas ölçüm yapamazlar.
- ❖ Endüstriyel alanlarda, termostatlarda ve fırınlarda yapılan ölçümlerde metal termometreler kullanılır.

GAZLI TERMOMETRELER

- ❖ Gazların genleşme özelliklerinden yararlanarak ölçüm yapan termometrelerdir.
- ❖ Düşük sıcaklıkların ve küçük sıcaklık değişimlerinin ölçümünde kullanılırlar.
- ❖ Gazlı termometreler laboratuvarlarda kullanılır. 1 kelvin gibi çok düşük sıcaklıkları bile ölçebilirler.

KIZILÖTESİ TERMOMETRELER

- ❖ Sıcaklığı 0 K'den büyük her madde insan gözünün algılayamadığı kızılötesi ışınlar yayar. Bu ışınları algılayarak ölçüm yapan termometrelere kızılötesi termometreler denir.
- ❖ Cisimlere temas etmeden, sıcak cisimden yayılan kızılötesi ışınları algılayarak yüzey sıcaklığını ölçebilen bu cihazlar hastaların vücut sıcaklıklarının önem arz ettiği hastanelerde ve endüstriyel bazı ortamlarda önemli bir kullanıma sahiptir.

Örnek

Isı ve sıcaklık kavramları ile ilgili günlük hayatta kullanılmış ifadelerden bazıları aşağıda verilmiştir.

- Hava tahmin raporlarına göre bugün Kırıkkale'de hava ısısının ortalama $28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ olması bekleniyor.
- Derin dondurucuya konulan su $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de dondu.
- Birer bardak sudan sıcaklığı büyük olanın ısısı daha büyüktür.

Buna göre, bu ifadelerin hangilerinde kavram yanlışlarından kaynaklı hatalar vardır?

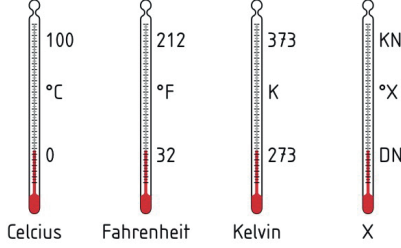
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III





SICAKLIK ÖLÇEKLERİ

Sıvılı termometrelerde ölçeklendirme deniz seviyesinde, 1 atm basıncı altındaki suyun donma ve kaynama sıcaklıkları arasında yapılır. Sıcaklık ölçeklerine Kelvin, Celsius ve Fahrenheit termometreleri örnek olarak verilebilir.



- Termometre değerleri arasındaki dönüşüm, aşağıdaki bağıntı ile yapılır.

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{100} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{180} = \frac{\text{K} - 273}{100} = \frac{^{\circ}\text{X} - \text{DN}}{\text{KN} - \text{DN}}$$

DN: Suyun donma noktası, KN: Suyun kaynama noktası

NOT

Maddenin atom ve moleküllerinin kinetik enerjisinin sıfır olarak öngörüldüğü, yani bütün hareketlerinin durduğu varsayılan teorik sıcaklık değerine mutlak sıcaklık adı verilmektedir.

- Mutlak sıcaklık değerlendirmesinden dolayı 100 K sıcaklık, 50 K sıcaklığın iki katıdır fakat 100 °C sıcaklık, 50 °C sıcaklığın iki katı değildir. 100 °C = 373 K, 50 °C = 323 K dir. Doğal olarak da 373, 323'ün iki katı değildir.

Örnek

Bir A termometresi normal koşullarda suyun donma noktasını -50 °A, kaynama noktasını da 70 °A olarak ölçüyor.

Buna göre, A termometresi 10 °C sıcaklığındaki su dolu bir kaba batırılırsa kaç °A değerini gösterir?

- A) -42 B) -38 C) -22 D) -12 E) 24

ISININ ETKİLERİ

Isı etkisiyle maddelerde; sıcaklık değişimi, hâl değişimi, genleşme - büzülme gibi durumlar gözlenmektedir.

SICAKLIK DEĞİŞİMİ

Isı alan ya da veren maddenin sıcaklığında değişme meydana gelir.

- Sıcaklık değişimi maddenin; aldığı ya da verdiği ısıya, kütesine ve cinsine bağlıdır.

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

NOT

- Öz ısı büyük olan maddeler geç ısınır ve geç soğur, öz ısı küçük olan maddeler çabuk ısınır ve çabuk soğur. Bir diğer ifadeyle öz ısı büyük olan maddelerin sıcaklık değişimi yavaş, küçük olanlarınki daha hızlı gerçekleşir.
- Suyun öz ısı bütün katı maddelerin öz ısısından büyüktür. Bu nedenle denizler karalardan daha geç ısınır ve daha geç soğur. Su, bu özelliğinden dolayı ısıtma ve soğutma teknolojilerinde kullanılır.

ÖZ ISI

- Bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli ısı miktarına **öz ısı** denir.
- Öz ısı c sembolü ile gösterilir.
- Öz ısı birimi cal/g°C ya da J/kg °C'dir.
- Öz ısı maddeler için ayırt edici bir özelliktir.
- Öz ısı madde miktarına bağlı değildir.
- Suyun öz ısı 1 cal/g °C'dir. 1 gram suyun sıcaklığını 1 °C değiştirmek için 1 cal ısı enerjisi gereklidir.

ISI SIĞASI

- Bir madde ya da cismin sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli ısı enerjisine **ısı sığası** denir.
- Isı sığası maddenin cinsine ve miktarına bağlıdır. Ayırt edici bir özellik değildir.
- Isı sığası C ile gösterilir. Birimi cal/°C ya da J/°C'dir.
- Öz ısı c, kütlesi m olan maddenin ısı sığası aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$C = m \cdot c$$

Örnek

40 °C sıcaklıktaki demirden sırasıyla m_X , m_Y ve m_Z kütlelerde X, Y ve Z parçaları alınarak bu parçalar özdeş ısıtıcılarla sırasıyla 3 dk, 3 dk ve 7 dk süreyle ısıtılmıştır. Bu süreler sonunda X parçasının sıcaklığının 60 °C'ye, Y ve Z parçalarının sıcaklığının da 50 °C'ye çıktığı ölçülmüştür.

Buna göre, bu parçaların kütleleri arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) $m_X = m_Y < m_Z$ B) $m_X < m_Y < m_Z$ C) $m_Z < m_Y < m_X$
D) $m_Y < m_X < m_Z$ E) $m_Z < m_X < m_Y$





HÂL DEĞİŞİMİ VE ÇEŞİTLERİ

- Maddeler çevremizde katı, sıvı ve gaz hâllerinde bulunabilirler.
- Maddelerin ısı enerjisi alarak ya da vererek bir hâlden diğerine geçmesine **hâl değişimi** denir.
- Hâl değişimi, hâl değiştirme sıcaklığında meydana gelir.
- Hâl değiştirme sıcaklıkları maddeler için ayırt edici özelliktir.
- Hâl değişimi sırasında madde ısı almasına ya da vermesine rağmen sıcaklığı sabit kalır, değişmez.

- Erime ve donma birbirinin zıddı iki olaydır. Bir maddenin erime ve donma sıcaklıkları aynıdır.
- Bir maddenin erime - donma sıcaklıkları birbirine eşittir. Bu sıcaklıklar madde için ayırt edici özelliktir.
- Buharlaşma ve yoğuşma birbirinin zıddı iki olaydır.
- Bir maddenin kaynama - yoğuşma sıcaklıkları birbirine eşittir. Bu sıcaklıklar madde için ayırt edici özelliktir.

NOT

- Buharlaşma her sıcaklıkta gerçekleşir.
- Isıtıldıkça sıcaklığı artan sıvı kaynamaya başlar ve bu noktadan sonra sıcaklığı artmaz.

ISI - HÂL DEĞİŞİMİ İLİŞKİSİ

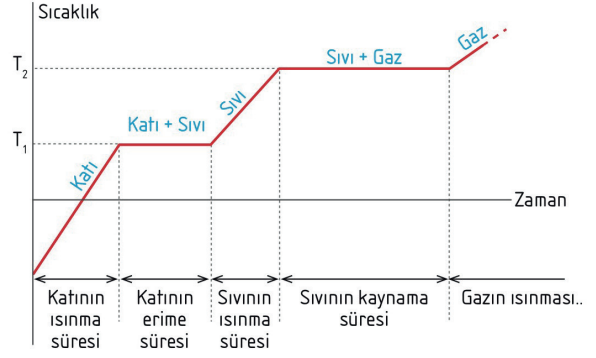
HÂL DEĞİŞİTİRME ISISI

Hâl değiştirme sıcaklığındaki 1 gram maddenin bir hâlden başka bir hâle geçebilmesi için maddeye verilmesi gereken ya da maddenin dışarıya verdiği ısı miktarına hâl değiştirme ısı denir.

- Hâl değiştirme ısı L ile gösterilir, birimi cal/g'dır .
- Hâl değiştirme ısı maddeler için ayırt edici özelliktir.
- Hâl değişimi sırasında bir maddenin verdiği ya da aldığı ısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$Q = m \cdot L$$

- L ; eriyen maddeler için erime ısı (L_e), donan maddeler için donma ısı (L_d) adını alır. Bir maddenin erime ısı ve donma ısıları eşittir. $L_e = L_d$
- L ; buharlaşan maddeler için buharlaşma ısı (L_b), yoğuşan maddeler için yoğuşma ısı (L_y) adını alır. Bir maddenin buharlaşma ısı ve yoğuşma ısıları eşittir. $L_b = L_y$



T_1 değeri erime ve donma sıcaklığı,
 T_2 değeri kaynama ve yoğuşma sıcaklığıdır.

- Bir maddenin buharlaşma ısı, erime ısısından büyük olduğu için kaynama süresi, erime süresinden büyüktür.

ISI ALIŞVERİŞİ

Sıcaklıkları farklı iki cisim ısıl temas halinde iken aralarında ısı alışverişi olur.



Limonataya buz atıldığında, limonata ile buz arasında ısı alışverişi olur.
Buz ısı alır, limonata ısı verir ve soğur.

- Sıcaklığı yüksek olan ısı verir, sıcaklığı düşük olan ısı alır.
- Isı alışverişinde alınan ısı, verilen ısıya eşittir.

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

DENGE SICAKLIĞI

Isı alışverişinde bulunan iki maddenin sıcaklıkları eşit olduğunda ısı alışverişi biter. Bu duruma ısıl denge, bu durumdaki sıcaklığa da denge sıcaklığı denir.

- Isı alışverişinde bulunan iki maddenin ulaştıkları denge sıcaklığı; sıcaklığı küçük olanın sıcaklığından küçük, sıcaklığı büyük olanın sıcaklığından büyük olamaz. Eğer hâl değişimi olmamışsa denge sıcaklığı maddelerin ilk sıcaklıklarının arasında bir değer alır. Hâl değişimi olduğu durumda denge sıcaklığı bu maddelerden birinin ilk sıcaklığına eşit de olabilir.





SU - BUZ ISIL DENGESİ

Buzun tamamının ya da bir kısmının erimesi, suyun bir kısmının donması gibi durumların gerçekleşmesi, suyun ve buzun ilk sıcaklıklarına ve kütle miktarlarına bağlıdır.

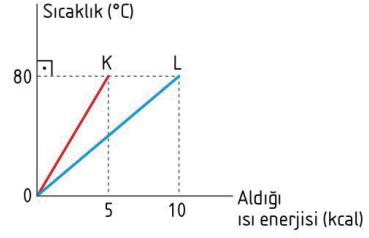
Bazı Sıcaklıklar İçin Su - Buz Karışımlarında Denge Sıcaklığı

- Isıca yalıtılmış kaptaki bulunan 0°C 'deki suyun içine 0°C 'de buz parçası bırakılırsa,
 - Isı alışverişi olmaz.
 - Su donmaz, buz erimez.
 - Su seviyesi değişmez.
 - Denge sıcaklığı 0°C olur.
- Isıca yalıtılmış kaptaki bulunan 0°C 'deki suyun içine -10°C 'de buz parçası bırakılırsa,
 - Isı alışverişi olur. Su ısı verir, buz ısı alır.
 - Suyun bir kısmı ya da tamamı donar, buz erimez.
 - Su kütlesi azalır, buz kütlesi artar.
 - Denge sıcaklığı 0°C ya da -10°C ile 0°C arasında olur.
- Isıca yalıtılmış kaptaki bulunan 10°C 'deki suyun içine 0°C 'de buz parçası bırakılırsa,
 - Isı alışverişi olur. Su ısı verir, buz ısı alır.
 - Su donmaz, buzun bir kısmı ya da tamamı erir.
 - Su kütlesi artar, buz kütlesi azalır.
 - Denge sıcaklığı 0°C ya da 0°C ile 10°C arasında olur.
- Isıca yalıtılmış kaptaki bulunan 10°C 'deki suyun içine -10°C 'de buz parçası bırakılırsa,
 - Isı alışverişi olur. Su ısı verir, buz ısı alır.
 - Suyun sıcaklığı azalır, buzun sıcaklığı artar.
 - Buzun bir kısmı ya da tamamı eriyebilir. Bu durum gerçekleşmemişse suyun bir kısmı ya da tamamı donabilir.
 - Denge sıcaklığı -10°C ile 10°C arasında olur.



Örnek

K ve L sıvılarının sıcaklık - aldıkları ısı enerjisi grafikleri şekildeki gibidir.



Buna göre K'nin;

- ısı ısıtıcısı,
- kütle,
- öz ısı

niceliklerinden hangileri L'ninkinden kesinlikle küçüktür?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

Örnek

Isıca yalıtılmış bir kaptaki sıcaklığı 0°C olan suya, sıcaklığı 0°C nin altında olan bir buz parçası ekleniyor.

Sistem ısı dengeye gelinceye kadar geçen sürede,

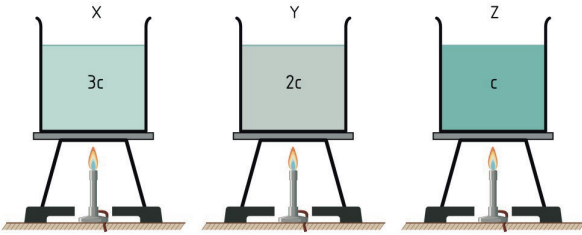
- Buzun sıcaklığı artar.
- Buzun bir kısmı erir.
- Suyun sıcaklığı değişmez.
- Suyun bir kısmı donar.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) I ve III B) II ve III C) I ve IV
D) I, II ve III E) I, III ve IV

Örnek

Özdeş kaplara, öz ısıları sırasıyla $3c$, $2c$ ve c olan eşit sıcaklık ve eşit kütlelerde X, Y ve Z sıvıları konulmuştur.



Bu sıvılar, özdeş ısıtıcılar ile eşit süre ısıtıldığında son sıcaklıkları sırasıyla T_X , T_Y ve T_Z olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir? (Sıvılar hâl değişmiyor.)

- A) $T_Z < T_X < T_Y$ B) $T_Z < T_Y < T_X$
C) $T_X = T_Y = T_Z$ D) $T_Y < T_X < T_Z$
E) $T_X < T_Y < T_Z$

HÂL DEĞİŞİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

- Basınç ve safılık gibi faktörler maddelerin hâl değiştirme sıcaklıklarını değiştirir.
- Su, bizmut ve antimon gibi erirken hacmi küçülen maddelerde basıncın artması ile erime - donma noktası düşer. Basınç artarsa buz kolay erir, su zor donar. Yani erime ve donma noktası 0°C 'nin altına iner.





❏ Buzun üzerindeki basınç arttıkça katı hâlden sıvı hâle geçmesi kolaylaşır. Bu nedenle erime noktası düşer. Kar yağdığında insanların yürüdüğü yerlerdeki karların erimesi bu sayede olur.

❏ Dağlardaki karlar, bazen yazın bile erimez. Bunun önemli sebeplerinden biri de yükseklerde açık hava basıncının düşük olmasıdır. Basıncın düşük olması buzun erime noktasını yükseltir.



Su, bizmut ve antimon dışındaki maddelerin erirken hacmi artar. Bu nedenle bu maddelerin üzerindeki basıncın artması ile erime - donma noktası yükselir. Basınç artarsa bu maddeler zor erir, kolay donar.

❏ Suyun yüzeyindeki basınç arttıkça sıvı hâlden gaz hâline geçmesi zorlaşır, bu nedenle kaynama noktası yükselir.

❏ Dödüklü tencerelerde yiyeceklerin yüksek sıcaklıkta pişirilmesi bu sayede olur.

❏ Rüzgârlı havada çamaşırların daha çabuk kurumasının nedeni, akışkanların hızının arttığı yerde basıncının düşmesi ve buna bağlı olarak da buharlaşmanın kolaylaşmasıdır.

❏ Suyun içine tuz karıştırılırsa, suyun kaynama noktası yükselir. Saf suyun kaynama noktası 100 °C iken tuzlu suyun kaynama noktası 108 °C'dir.

❏ Suyun içine tuz ya da antifiriz katılırsa, suyun donma noktası düşer. Saf suyun donma noktası 0 °C iken tuzlu suyun donma noktası -2 °C, antifirizli suyun donma noktası -37 °C'dir.

ENERJİ İLETİM YOLLARI

ISININ İLETİM YOLU İLE AKTARILMASI

Madde taneciklerinin ısıyı birbirine aktarmasına ısıнын iletim yoluyla aktarılması denir.

❏ İletim ile ısı aktarımı ancak taneciklerin birbirine çok yakın olduğu, katı hâldeki maddelerde gerçekleşir.

❏ Çay bardağının içindeki çay kaşığı, ısıyı iletim yolu ile aktarır.

ISININ KONVEKSİYON YOLU İLE AKTARILMASI

Isının konveksiyon yoluyla aktarılması sıcaklığı yüksek taneciklerin düşük taneciklerle yer değiştirmesi şeklinde gerçekleşir.

❏ Isının konveksiyon yoluyla aktarımı sıvı ve gazlarda gözlenir.

❏ Sıcaklığı artan madde moleküllerinin hacminin genişlemesi sonucunda özkütlesi azalır. Sıcak ve özkütlesi düşük moleküller ile soğuk ve özkütlesi büyük moleküller yer değiştirerek ısı aktarımı gerçekleşir.

ISININ IŞIMA YOLU İLE AKTARILMASI

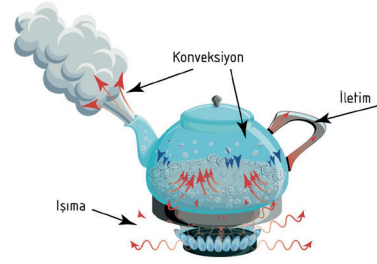
Isının ışınlarla (elektromanyetik dalgalarla) yayılmasına ışıma yoluyla yayılma denir. Her cisim elektromanyetik ışıma yapar.

❏ Güneş'in Dünya'yı ısıtması ışıma yoluyla gerçekleşir.

❏ Elektrikli ısıtıcılar (infrared) ısıyı havaya ışıma yolu ile aktarır.

NOT

Sıcaklıkları farklı olan aynı ortamdaki maddeler arasında ışıma yolu ile ısı iletimi mutlaka olur.



FİZİKİNİTİ

ENERJİ İLETİM HIZI

❏ Katı maddelerde ısı iletim hızı; maddenin yüzey alanına, kalınlığına, iki yüzey arasındaki sıcaklık farkına ve maddenin cinsine bağlıdır.

NOT

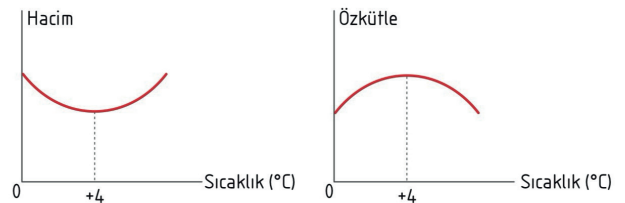
Palto, kaban, kazak, eldiven, çorap, şapka gibi kışın kullandığımız giysiler bizi ısıtmaz. Çünkü bunlar ısı kaynağı değildir. Bu giysiler soğuk hava ile vücudumuz arasında ısı yalıtımı sağlar. Vücudumuzla hava arasındaki ısı iletim hızını azaltırlar.

SUYUN GENLEŞMESİ

❏ Su en küçük hacme +4 °C'de sahiptir.

❏ +4 °C'deki suyun sıcaklığı azaltılırsa da artırılırsa da hacmi artar.

❏ Özkütle ile hacim ters orantılı olduğu için su en büyük özkütleye +4 °C'de sahiptir.



Suyun hacim ve özkütlesinin sıcaklığa göre değişim grafikleri

