

GERÇEK GAZLAR

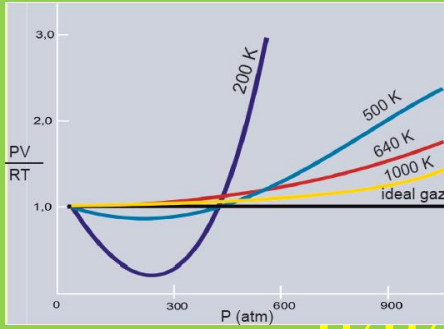
Gaz moleküllerinin kendi hacimleri (öz hacim) toplam hacim yanında ihmal edilebilecek kadar küçük olan ve molekülleri arasında etkileşme bulunmayan gazlar ideal gaz varsayımına uyar.

Gazlar düşük basınç yüksek sıcaklıkta ideallığe yaklaşırlar.

Ancak yüksek basınç ve düşük sıcaklıkta moleküller arasındaki etkileşimler artacağı için gazlar ideal gaz varsayımından sapar.

İdeal Gaz Varsayımından Sapmalar

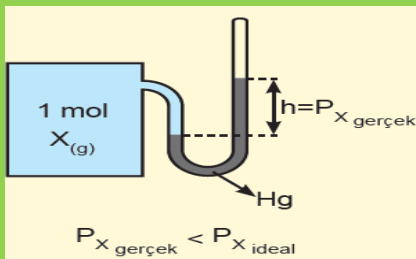
İdeal gaz denklemi $PV = nRT$ olduğuna göre 1 mol gaz için $PV/RT = 1$ 'dir. İdeal gazlar farklı sıcaklık ve basınç koşullarında da bu eşitliği doğrular. Ancak gerçek gazlar her koşulda bu eşitliği sağlamaz.



Grafik 4.4.1'de görüldüğü gibi CH4 gazı 200 K (-73 °C) sıcaklığında ideal gaz denkleminde hesaplanan değerden oldukça çok sapmıştır. 1000 K sıcaklığında ise ideal gaz denkleminde hesaplanan sonuca oldukça yaklaşmıştır.

$PV/RT=1$ değerindeki sapma miktarı gazın ideal gaz denkleminde hesaplanan sonuçtan ne kadar saptığını gösterir. Gerçek bir gazın ideal gaz denkleminde hesaplanan sonuçtan saptması **gazın cinsi (molekülün polarlanabilirliği), basıncı ve sıcaklığı** gibi nedenlere bağlıdır.

- Gerçek gaz taneciklerinin hacimleri ideal gazlarda olduğu gibi ihmal edilemez.



Şekil 4.4.3 Düşük sıcaklıklarda gerçek gazların basıncı ideal gaz denkleminde hesaplanan basınçtan daha küçüktür.

Moleküller Arası Bağlar ve Gerçek Gazların Sıvılaşması

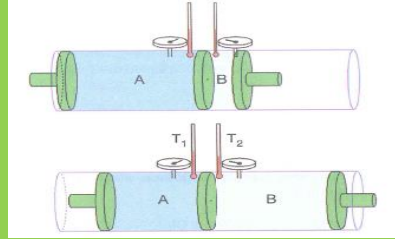
Gazların kaynama sıcaklığı moleküller arası etkileşime bağlıdır. Moleküller arasındaki etkileşimin şiddeti arttıkça gaz daha yüksek sıcaklıklarda sıvılaşabilir.

Bu durumda gaz molekülleri arasındaki etkileşimin şiddeti ne kadar az ise gaz, ideallığe o kadar yakındır. Gaz molekülleri arasındaki etkileşimin şiddeti arttıkça madde, gaz hâlden sıvı hâle geçeceği için ideallikten uzaklaşır.

Joule-Thomson Olayı

Herhangi bir maddeyi soğutmanın yollarından birisi kendisinden daha soğuk başka bir maddenin içine koymaktır. Bu amaçla kullanılan soğutucu maddeler; buz, sıvı hava, kuru buz (katı CO₂), aseton-alkol veya aseton-eter karışımıdır.

Joule ve W. Thomson gazların sıvılaşması ve yoğunlaşması ile ilgili çalışmalar yapmışlardır.



Genleşen bir gazın sıcaklığında değişimin meydana gelmesine Joule-Thomson olayı denir. Gazların basıncı aniden düşürüldüğünde yani gazlar aniden genleştiğinde başlangıç basınç ve sıcaklığına bağlı olarak;

- Bazı gazların sıcaklığının düştüğü
- Bazı gazların sıcaklığının yükseldiği
- Bazı gazların sıcaklığının değişmediği görülmüştür.

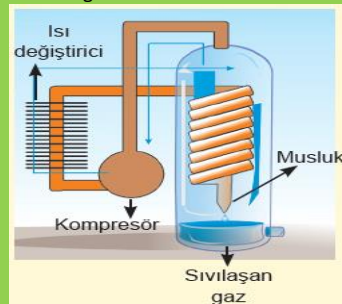
NOT: H, He, Ne dışındaki tüm gazlar oda koşullarında Joule Thomson olayı sırasında soğur.

Sıkıştırılmış gaz tanecikleri aniden genleştiğinde iç enerjisinin bir kısmını tanecikler arasındaki bağları koparmak için harcar. Bu durumda gaz taneciklerinin kinetik enerjisinde azalma olur.

Soğutucularda da Joule-Thomson olayından yararlanılarak amonyak, metil klorür, propan gibi kolay buharlaşabilen akıcı maddeler kullanılır.

Sıvı hâle getirilen madde borularla dolabın iç yüzeyine verilir.

Madde borular içinde gaza dönüşürken dolabın içini soğutur. Aynı gaz kompresör tarafından basınç altında yeniden sıvı duruma getirilir.



Gaz, Buhar ve Kritik Sıcaklık

Bulunduğu sıcaklıkta, hiçbir basınç altında sıvılaşmıyarak sıkıştırılabilir akışkanlar **gaz** olarak tanımlanır.

Bir gazın sıcaklığı ne kadar yüksek ise sıvılaşması o kadar zordur ve gazı sıvılaştırmak için gereken basınç da o kadar yüksektir.

Her bir gaz için farklı değerlerde olan öyle bir sıcaklık vardır ki bu sıcaklığın üzerinde bulunan gaz hiçbir basınç altında sıvılaşmaz. Her gaz için ayrı olan bu sıcaklığa **kritik sıcaklık** adı verilir. Kritik sıcaklık, bir gazın basınç uygulanarak sıvılaşırabileceği en yüksek sıcaklıktır ve TK ile gösterilir.

Gazlar gibi davrandıkları hâlde, buldukları sıcaklıkta basınçla sıvılaşırabilen akışkanlara **buhar** adı verilir.

NOT: Gaz ve buhar, benzer özellikler gösterdiğinden buhar için gaz terimi kullanılabilir. Ancak gaz için buhar terimi kullanılamaz. Bu nedenle buhar da gaz gibi "g" harfi ile simgelenbilir

Madde	Kritik Sıcaklık (°C)	Kaynama Noktası (°C)
He	-267,8	-268,6
Ne	-228,6	-245,93
Ar	-122,3	-185,7
H ₂	-240,01	-252,75
O ₂	-118,2	-182,82

Buharlaşırken ortamdan ısı olarak ortam sıcaklığının düşmesine neden olan maddelere **soğutucu akışkanlar** denir.

Soğutucu akışkan olarak kullanılacak maddenin basınçla sıvılaşırabilmesi ve üzerindeki basınç kaldırıldığında genişerek buhar hâle geçmesi gerekmektedir. H₂O oda koşullarında sıvı hâlde bulunduğu için bu koşulları sağlayamaz ve soğutucu akışkan olarak kullanılamaz.

Soğutucularda daha önceleri NH₃ (amonyak) gibi maddeler kullanılmaktaydı. Bu maddelerin zehirli etkisi nedeniyle daha sonraki yıllarda keşfedilen CCl₂F₂ (Freon-12) soğutucularda kullanılmıştır. Ancak CCl₂F₂ (Freon-12)'nin ozon tabakasına zarar verdiği son yıllarda saptandığı için kullanımı bazı ülkelerde yasaklanmıştır. Onun yerine puron adı verilen soğutucu akışkanın kullanımı yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır. Puron küttele %50 oranlarında iki hidroflorokarbon (diflorometan, pentafloro etan) karıştırılarak elde edilir.

Soğutucu akışkanların sahip olması gereken bazı özellikler

- Uygulanabilir basınç altında buharlaşmalı ve sıvılaşmalıdır.
- Kritik sıcaklığı yüksek olmalıdır.
- 1 atm'de mümkün olduğunca düşük kaynama noktasına sahip olmalıdır.
- Kimyasal olarak zehirli ve yanıcı olmamalı, metallerle tepkimeye girmemelidir.
- Çevreye zarar vermemelidir.
- Kolay temin edilebilir ve üretim maliyeti düşük olmalıdır.
- Daha az enerji tüketmelidir.

Buzdolabı ve Kriyojenik Teknoloji

Düşük sıcaklıklarda gerçekleşen olayları oluşturan ve bunların uygulamalarını inceleyen bilim dalına **kriyojeni** denir.

Sıvılar ve Özellikleri

Sıvı, maddenin ana hallerinden biridir. Sıvılar, belli bir şekli olmayan maddelerdir, içine konuldukları kabın şeklini alırlar, akışkandırlar. Sıvı molekülleri, sıvı hacmi içinde serbest hareket ederler.

Sıcaklık düşürüldükçe kinetik enerjileri azalan gaz molekülleri sıvı hâle geçer. Sıvı hâldeki moleküller birbirine temas edecek kadar yakın olduğundan aralarındaki çekim kuvvetleri gazlara göre daha fazladır. Moleküllerin sıvı hâldeki hareketleri gaz hâldeki hareketlerine göre daha kısıtlıdır.

Gaz molekülleri gelişigüzel (Brown) hareket eder, sıvı molekülleri ise titreşim hareketinin yanı sıra öteleme hareketi de yapar.

Sıvı molekülleri arasındaki çekim kuvveti gaz moleküllerine göre fazla olduğundan moleküller arası boşluklar gazlara göre daha azdır. Sıvılara basınç uygulandığında sıvı hacminde ölçülebilir bir değişiklik meydana gelmez. Gazlar sıkıştırılabilir akışkandır; ancak sıvılar ise hemen hemen hiç sıkıştırılmayan akışkanlardır.

YÜZEY GERİLİMİ

Bir sıvının yüzey alanını arttırmak için gereken enerji ya da işe **yüzey gerilimi** denir. Sıvıda yüzey gerilimi birimi $J m^{-2}$ veya $N m^{-1}$ dir. Sıcaklık, moleküller arası kuvvetleri azalttığı için sıcaklığın artması yüzey gerilimini düşürür.

Sıvılar, yüzey gerilimi nedeniyle yüzey alanlarını minimum düzeyde tutmak ister. Bu nedenle sıvı damlaları küre biçimindedir.

Adhezyon ve Kohezyon Kuvvetleri

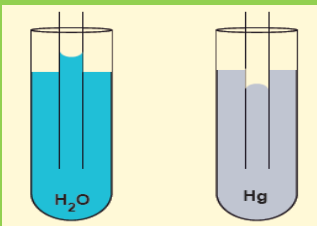
Sıvının bir yüzeyi ıslatması ya da yüzeyde küresel damlalar hâlinde kalması, aşağıda tanımlanan iki kuvvete bağlıdır. Sıvı molekülleri (benzer moleküller) arasındaki çekim kuvvetlerine **kohezyon kuvvetleri**; sıvı molekülleri ile kapı çeperleri (farklı moleküller) arasındaki çekim kuvvetlerine de **adhezyon kuvvetleri** denir. Kohezyon kuvvetleri, adhezyon kuvvetlerinden daha büyükse damla biçimini korur.

Eğer adhezyon kuvvetleri büyükse damla film şeridi şeklinde yayılır, yüzeyi ıslatır. Toprağın ve kumaşın su ile ıslanması bu olaya örnektir.



Cıva ve suyun deney tüpündeki yüzey görünümü

Su ile cam arasındaki adhezyon kuvvetleri su molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetlerinden büyük olduğundan su yüzeyi iç bükeydir. Cıvada ise kohezyon kuvvetleri, adhezyon kuvvetlerinden büyük olduğundan cıva yüzeyi dış bükeydir.



Sıvıların kapiler borudaki Davranışları

Sıvı ve cam gibi maddeler arasındaki adhezyon kuvvetleri büyükse sıvı molekülleri kılcal cam boruda yükselir. Bu olaya **kapiler etki** denir.

Yüzey Gerilimine Etki Eden Faktörler

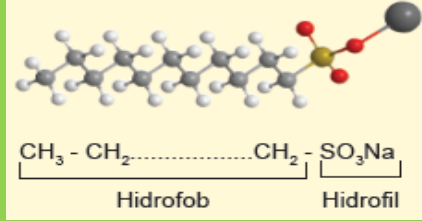
Sıvıların yüzey gerilimine etki eden faktörlerden biri sıcaklık bir diğeri ise sıvının içine çözünen veya çözünmeyen başka bir sıvının ya da katının eklenmesidir.

Bazı erimiş metaller dışında, birçok sıvının yüzey gerilimi sıcaklık arttıkça azalır.

Saf sıvıya bu sıvıda çözünmeyen başka bir sıvı eklendiğinde sıvının yüzey gerilimi bir miktar düşer. Bunun nedeni sıvının diğer sıvı molekülleri ile arasında gerçekleşecek zayıf etkileşimlerdir.

Saf sıvıya (çözücü) içerisinde çözünen bir madde eklendiğinde ise çözünen ve çözücünün yapısına bağlı olarak yüzey gerilimi değişir. Çözücünün yüzey gerilimini düşüren maddelere **yüzey aktif maddeler**, değiştirmeyenlere ise **yüzey inaktif maddeler** denir. Örneğin deterjan, asitler, alkol, esterler yüzey aktif; şeker, gliserin, organik asit tuzları yüzey inaktif maddelerdir.

Ayrıca sıvı üzerindeki gaz yoğunluğunun artırılması da yüzey gerilimini bir miktar azaltır.



Viskozite: Sıvıların akmaya karşı gösterdiği dirence **viskozite** denir. Bir sıvının viskozitesi ne kadar büyükse o kadar yavaş akar. Viskozluğun tersine ise **akıcılık** denir. Sıvıda viskozitenin birimi Paskal saniye (Pa s)'dir.

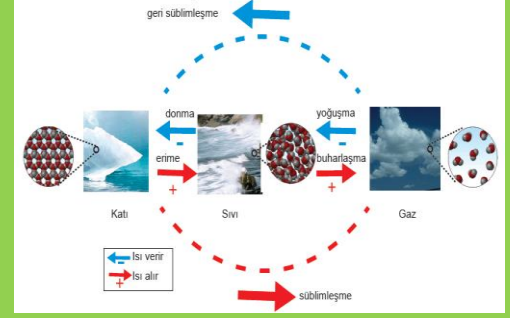
Moleküller arası kuvvetleri büyük olan sıvılar, moleküller arası kuvvetleri zayıf olan sıvılara göre daha yüksek viskoziteye sahiptir.

Mol kütlesi ve moleküllerinin geometrik şekli farklı olan sıvıların viskoziteleri de farklıdır. Büyük kütleli ve doğrusal bir molekül yapısına sahip sıvıların viskozluğu, küçük ve küresel moleküllerden oluşan sıvının viskozluğundan çok daha yüksektir. Sıcaklık arttıkça moleküller arasındaki çekim kuvvetleri azalacağından sıvının viskozluğu azalır, akıcılığı artar.

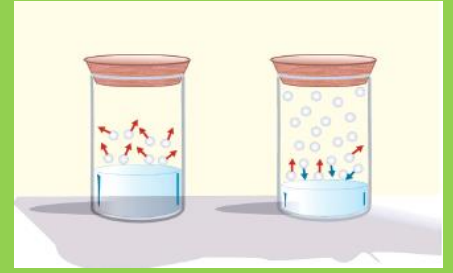
Maddenin Hâlleri

Katı Demir (Fe) Oda koşullarında 	Sıvı Brom (Br ₂) Oda koşullarında
Gaz Oksijen (O ₂) Oda koşullarında 	Plazma İyonize gaz (H ₂ , H, H ⁺ , e ⁻) t > 100000 °C

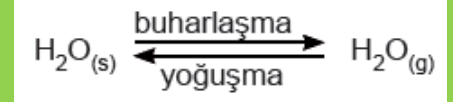
Maddenin bir hâlden diğeri hâline dönüşümüne **hâl değişimi** denir.



Buhar Basıncı



Sıvısıyla dengede bulunan bir buharın oluşturduğu basınca **denge buhar basıncı** denir.



Oda sıcaklığında yüksek buhar basıncına sahip sıvılara **uçucu sıvılar**, düşük buhar basıncına sahip olan sıvılara **uçucu olmayan sıvılar** denir.

Bir sıvının uçucu olup olmasını moleküller arası kuvvetlerin büyüklüğü belirler. Bu kuvvetler azaldıkça uçuculuk artar.

Bağlı Nem: İçinde su buharı bulunmayan hava **kuru hava** olarak adlandırılır. Nemli hava ise içinde su buharı ve kuru havanın bulunduğu karışımdır.

Havada bulunabilecek su buharına **nem** denir. Bir hava kütesinin bulunduğu sıcaklık derecesine göre alacağı nem miktarının sınırı vardır. Bu sınıra havanın **doymuluk noktası** denir. Doymuluk noktasına gelen hava daha fazla nem almaz. Hava nem yönünden doymuluğa ulaştığında sıcaklık da düşerse yağış başlar.

$$\text{Bağlı nem} = \frac{\text{su buharının kısmi basıncı}}{\text{suyun buhar basıncı}} \times 100$$

Ayrıca **bağlı nem** herhangi bir sıcaklıkta hava içinde bulunan nem miktarının aynı sıcaklıkta o havanın bulundurabileceği maksimum nem miktarı olarak da tanımlanabilir.

Bağlı nem havanın olduğundan daha sıcak veya daha soğuk hissedilmesine neden olur. Örneğin; havanın bağlı nemi 5 iken 35 °C sıcaklık 32 °C hissedilirken; bağlı nem 50 olduğunda 35 °C sıcaklık 41 °C hissedilir.