

KİMYA

▪ **Gazlar**

Gazları katı ve sıvılardan ayıran özellikler nelerdir?

Gazlar, maddenin katı ve sıvı hâline göre en düzensiz ve en yüksek enerjili hâlidir.

Katı ve sıvı hâle göre gaz hâlde tanecikler arası boşluk çok fazla, tanecikler arası çekim kuvveti en azdır.



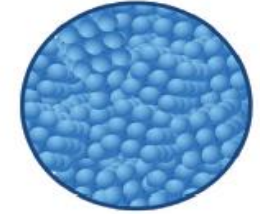
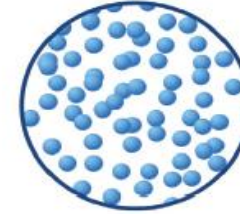
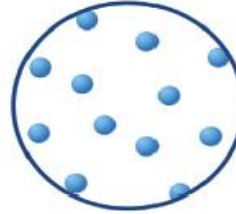
Gaz



Sıvı



Katı



Gaz, sıvı ve katılarda tanecikler

- Tanecikleri titreşim, öteleme ve dönme hareketi yapar.
- Hacmi buldukları kabın hacmine eşittir.
- Kabın her yerinde aynı basıncı yapar.
- Belirli bir hacmi ve sınırlı yüzeyi yoktur.
- Basınç uygulanarak sıkıştırılabilir.

- Sıcaklık artışı ile genleşebilir.
- Bütün gazlar birbiriyle her oranda homojen olarak karışır.
- Bir maddenin gaz hâlinin özkütlesi o maddenin katı ve sıvı hâline göre çok küçüktür.
- Gaz taneciklerinin enerjisi katı ve sıvı hâldeki taneciklerin enerjisine göre daha fazladır.

Sıcaklık (T)

- Sıcaklık, taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsüdür.
- Gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjisi mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır. Mutlak sıcaklığın birimi Kelvin'dir (K).

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

Mol Sayısı (n)

Gazın miktarı mol sayısı ile ifade edilir. Sabit sıcaklıkta bir gazın mol sayısının değişimi, basıncını ya da hacmini doğru orantılı olarak etkiler.

Hacim (V)

Gazların hacimleri sıcaklık ve basınçtan oldukça fazla etkilenir. Bu nedenle gazların hacimleri verilirken sıcaklık ve basınç koşullarının da belirtilmesi gerekir.

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mL}$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

Basınç (P)

Gaz molekülleri hem birbirine hem de buldukları kabın yüzeyine çarparak bir kuvvet uygularlar. Bu kuvvete gaz basıncı denir ve **P** ile gösterilir.

Gaz basıncı birim yüzeye uygulanan kuvvet olarak da tanımlanabilir.

Gaz basıncı birim hacimdeki **taneciğin sayısı**, **hızı** ve **taneciklerin çarpışma sayısı**yla orantılı olarak değişir.

Kapalı kaplardaki gaz basıncı **manometre** ile ölçülür.

Atmosferde bulunan gazların uyguladığı basınca **atmosfer basıncı (atm)** denir.

Atmosfer basıncını ölçmek için **barometre** kullanılır.

$$1 \text{ pascal (Pa)} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/m.s}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg}$$

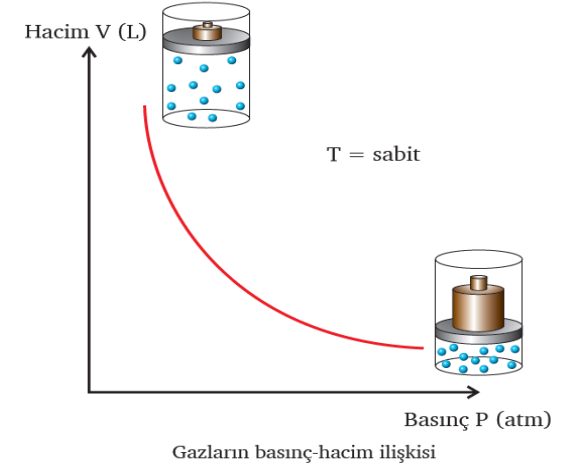
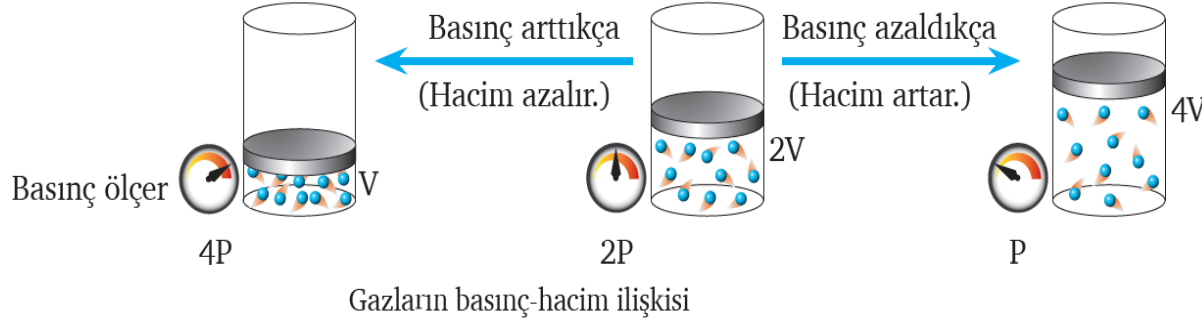
$$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$$

$$1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr}$$

Gazların; özelliklerini, basınç, hacim, miktar ve sıcaklıkla ilişkilerini açıklayan yasalar “**gaz yasaları**” olarak bilinir.

- **Boyle Yasası** (Basınç-Hacim ilişkisi) Robert Boyle
- **Charles Yasası** (Hacim-Sıcaklık ilişkisi) Jacques Charles
- **Gay- Lussac Yasası** (Basınç-Sıcaklık ilişkisi) Gay- Lussac
- **Avogadro Yasası** (Mol Sayısı-Hacim ilişkisi) Amedeo Avogadro

$n = \text{sabit}$
 $T = \text{sabit}$

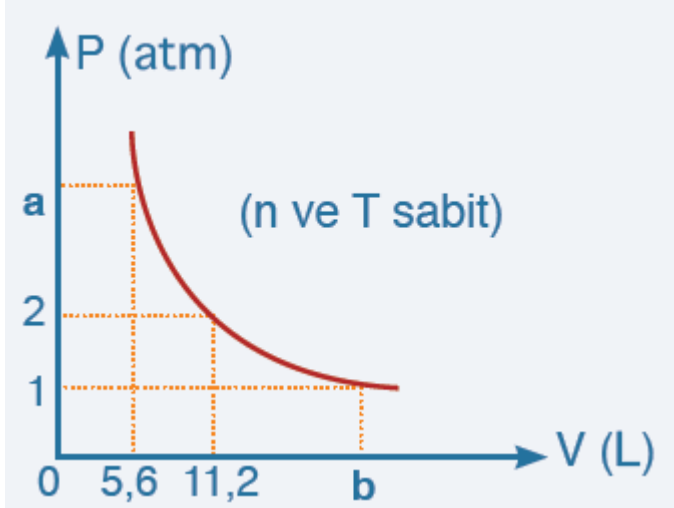


$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \dots = P_n V_n = \text{sabit olur.}$$

Mutlak sıcaklık arttıkça PV değeri de artar.

n ve T sabit olduğunda hacim ve basınç değişimi PV değerini değiştirmez

SORU :

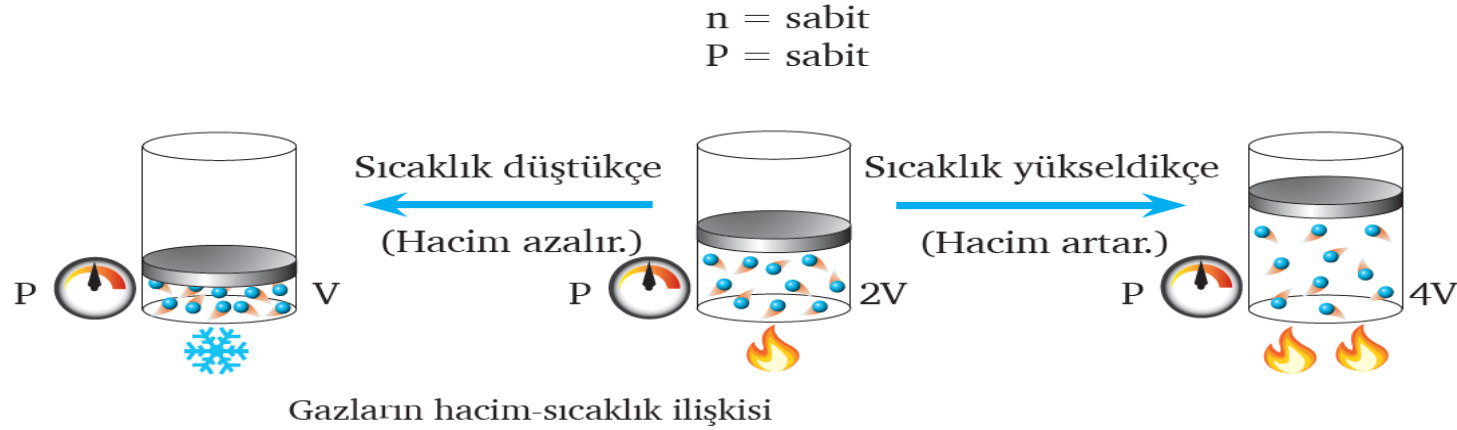


Şekildeki grafikte X gazının basınç – hacim değerleri verilmiştir.

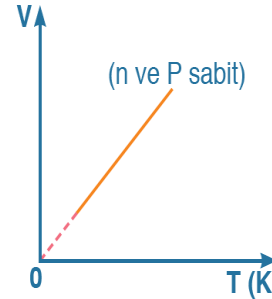
Buna göre grafikteki a ve b değerleri kaçtır?

Bütün gazlar aynı sıcaklık artışı ile aynı oranda genişler.

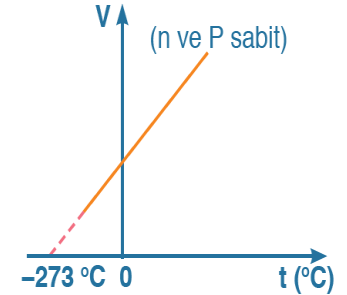
Katı ve sıvılarda sıcaklıkla genişleme ayırt edici bir özellik olduğu hâlde gazlar için bu özellik ayırt edici değildir.



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = \frac{V_n}{T_n} = \text{sabit}$$



Sıcaklık-hacim ilişkisi



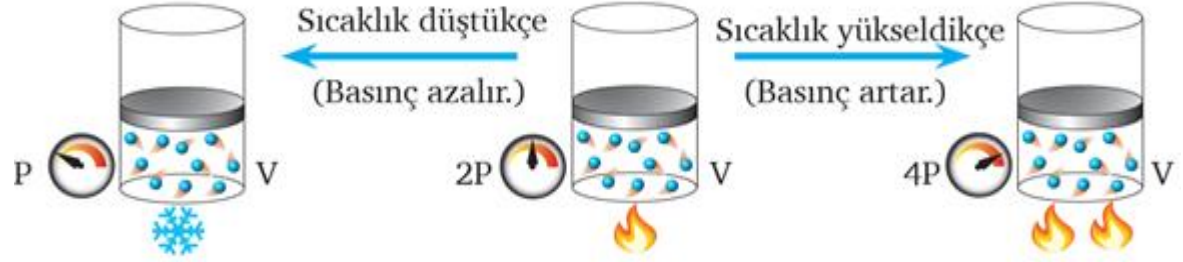
SORU :

Sabit basınçlı üç ayrı kapta bulunan A, B ve C gazlarının sıcaklıkları aşağıda verilen T_1 değerinden T_2 değerine getiriliyor.

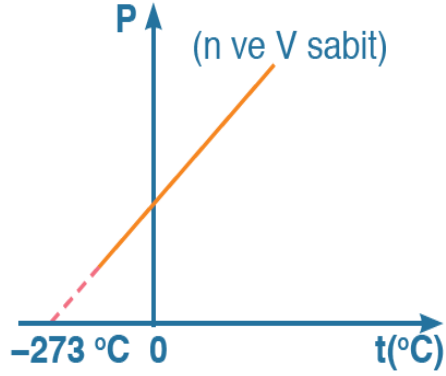
	A(g)	B(g)	C(g)
T_1	$30\text{ }^{\circ}\text{C}$	200 K	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$
T_2	$60\text{ }^{\circ}\text{C}$	400 K	$273\text{ }^{\circ}\text{C}$

Buna göre A, B ve C gazlarından hangilerinin hacmi iki katına çıkar ?

n = sabit
V = sabit



Gazların basınç-sıcaklık ilişkisi



$$P \propto T \text{ veya } \frac{P}{T} = \text{sabit}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots = \frac{P_n}{T_n} = \text{sabit}$$

Avogadro, aynı sıcaklık ve basınçta eşit hacimdeki farklı gazların aynı sayıda tanecik içerdiğini ortaya koymuştur.

$$V \propto n$$

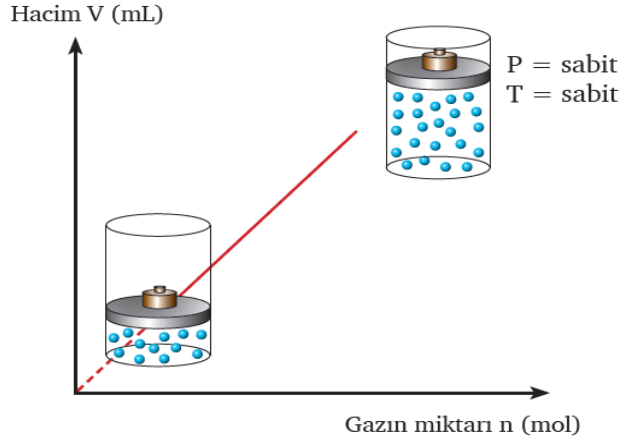
$$V = kn$$

Sıcaklığın **0 °C (273 K)**, basıncın **1 atm** olduğu koşullara normal şartlar (**NS**), sıcaklığın **25 °C (298 K)**, basıncın **1 atm** olduğu koşullara da standart koşullar (**SK**) denir.

NS' da 1 mol gaz = 22,4 L

SK (OŞ)' da 1 mol gaz = 24,5 L

hacim kaplar.



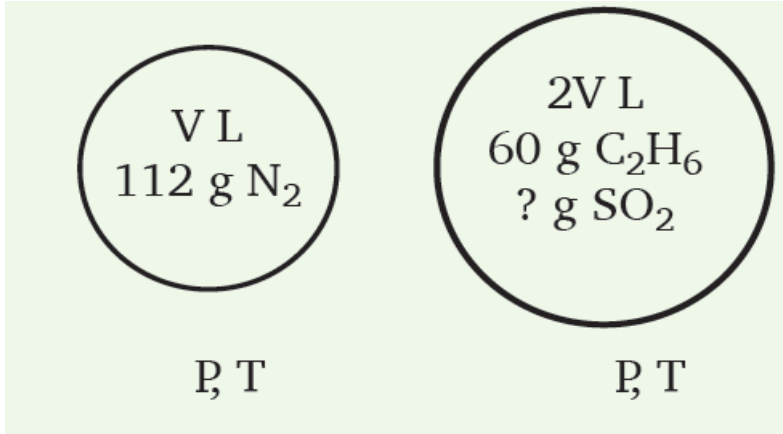
Gazlarda mol sayısı-hacim ilişkisi

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

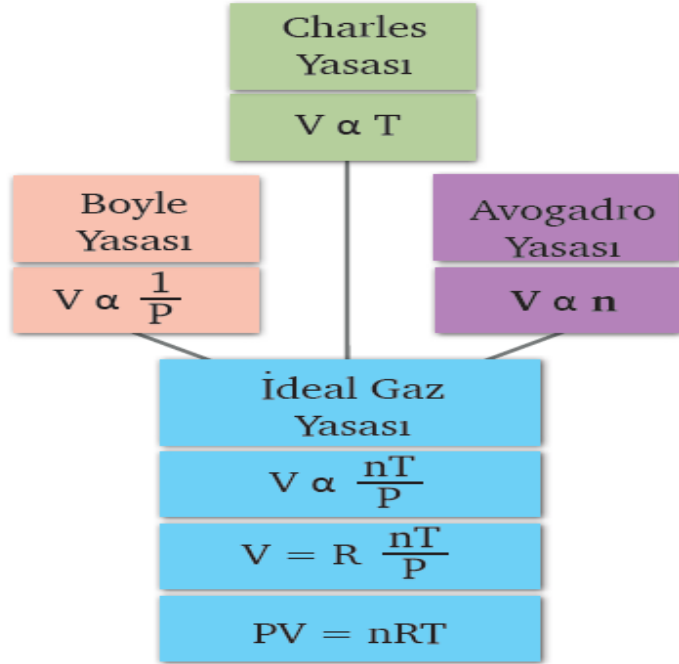
SORU :

Aşağıdaki kaplarda bulunan gazlar aynı koşullarda olduğuna göre II. kapta kaç gram SO_2 gazı vardır?

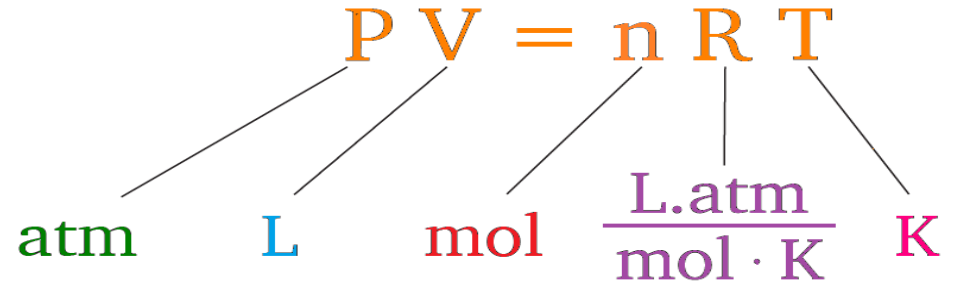
(N_2 : 28 g/mol, C_2H_6 : 30 g/mol, SO_2 : 64 g/mol)



Gaz Yasaları Ve İdeal Gaz Yasası



İdeal gaz yasası; bir gazın P, T, V ve n değişkenlerinin birbiri ile ilişkisini ifade eder. Gaz yasaları birleştirilerek ideal gaz denklemi türetilmiş ve **PV = nRT** şeklinde düzenlenmiştir.



Gaz yasalarına uyan, molekülleri birbirinin davranışından etkilenmeyen ve molekülleri arasında çekim kuvveti olmayan varsayımsal gazlara **ideal gazlar** denir. İdeal gazlarda toplam hacim yanında gaz moleküllerinin hacmi çok küçük olduğundan ihmal edilebilir.

Doğada tamamen ideal gaz özellikleri gösteren herhangi bir gaz olmamasına rağmen gerçek gazlar, yüksek sıcaklık ve düşük basınçta ideal gaza yakın davranır.

Bu nedenle, ideal gaz denklemi birçok gaz probleminin çözümünde kullanılabilir.

Gerçek Gazlar

- Yüksek sıcaklık
 - Düşük basınç
 - Zayıf moleküller arası etkileşim
 - Küçük mol kütlesi
- durumlarında **ideal gaza** yaklaşır

İdeal gaz denkleminde mol sayısı (n) yerine m/MA yazıldığında gazların mol kütleleri hesaplanabilir.

SORU :

2015/ LYS

İdeal gazlarla ilgili,

I. Sabit sıcaklık ve basınçta gazın hacmi mol sayısı ile doğru orantılıdır.

II. Sabit sıcaklıkta gazın basıncı hacmiyle ters orantılıdır.

III. Sabit sıcaklık ve basınçta gazın yoğunluğu, gazın molekül ağırlığı ile ters orantılıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

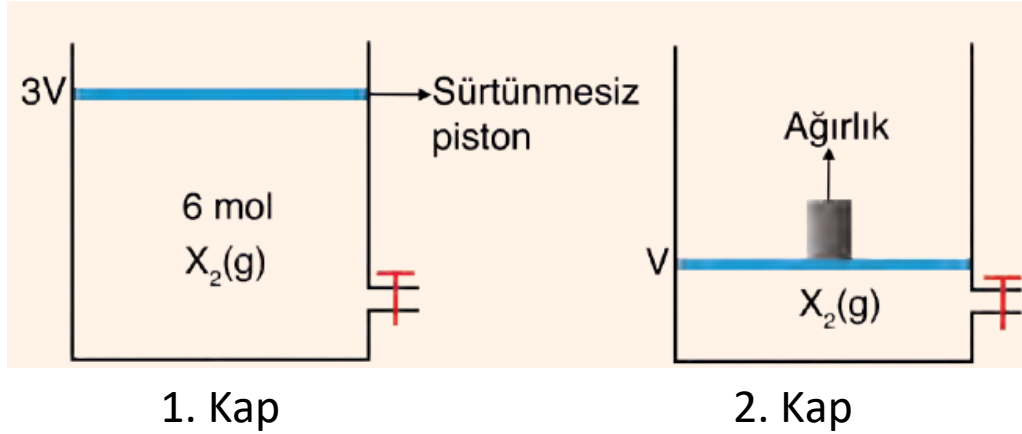
B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve II

E) II ve III

SORU :



Şekildeki 1. kap deniz seviyesindedir. Aynı sıcaklıkta musluk açılarak piston üzerine ağırlık konulduğunda kaptan bir miktar X_2 gazı uzaklaştırıldığında kap hacmi 2. kaptaki gibi oluyor.

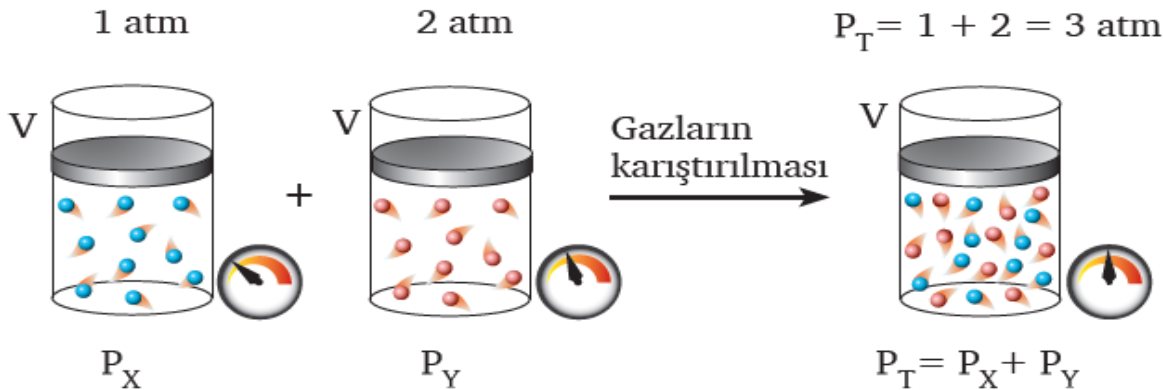
Son basınç 2 atm olduğuna göre kaç gram X_2 gazı uzaklaştırılmıştır? (X : 16)

Doğada gazlar çoğunlukla karışım hâlinde bulunur. Örneğin atmosfer; azot, oksijen, argon, karbon dioksit ve diğer birçok gazın karışımıdır. Birçok anestezi gazı, hastaların zarar görmemesi için dikkatli şekilde hazırlanan karışımlardan oluşur. Doğal gaz, hava gazı, LPG birer gaz karışımıdır.

Kismî Basınç

Bir gaz karışımında bulunan gazların her birinin kaba ayrı ayrı uyguladığı basınca **kısmi basınç** denir.

Dalton'un Kısmi Basınçlar Yasası'na göre bir gaz karışımındaki toplam basınç, karışımdaki her bir gazın kısmi basınçlarının toplamına eşittir.



$$P_T = P_X + P_Y + P_Z + \dots$$

Basınç, karışımda bulunan gaz moleküllerinin birbirine veya kabın çeperlerine çarpmasıyla oluşur. Bu nedenle basınç, kaptaki gazların mol sayısı ile ilişkilidir.

Bir gaz karışımındaki toplam basınç (P_T), gaz moleküllerinin yapısına değil, karışımdaki gazların toplam mol sayısına bağlıdır.

$$\begin{aligned} n_T = n_X + n_Y & \quad \left. \begin{aligned} P_X V_X &= n_X RT \\ P_Y V_Y &= n_Y RT \\ P_T V_T &= n_T RT \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{P_X}{P_T} = \frac{\frac{n_X RT}{V_T}}{\frac{n_T RT}{V_T}} \rightarrow \frac{P_X}{P_T} = \frac{n_X}{n_T} \end{aligned}$$

Karışımdaki gazlar için ayrı ayrı ve karışım için ideal gaz denklemleri yazılır.

Herhangi bir X gazının kısmi basınç formülü, gazın toplam basınç formülüne oranlanır.

Gaz karışımındaki bir gazın mol sayısının karışımındaki bütün gazların toplam mol sayısına oranına **mol kesri** denir ve X ile gösterilir.

Matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$X = \frac{n_X}{n_T}$$

X= mol kesri

n_X = gazın mol sayısı

n_T = karışımın toplam mol sayısı

$$X_T = X_X + X_Y + X_Z + \dots = 1$$

SORU :

2017/ LYS

Sabit sıcaklık ve hacimdeki kapalı bir kaptaki 4 g He, 16 g O₂ ve 64 g SO₂ 'den oluşan gaz karışımı bulunmaktadır.

Bu gazların ideal davrandığı varsayıldığında,

I. He ile SO₂ gazlarının kısmi basınçları eşittir.

II. He' un kısmi basıncı O₂' nin kısmi basıncından küçüktür.

III. O₂' nin kütlesi 2 katına çıkarıldığında karışımın toplam basıncı He' un kısmi basıncının 3 katı olur.

yargılarından hangileri doğrudur? (He = 4g/mol, O = 16g/mol, SO₂ = 64)g/mol)

A) Yalnız I

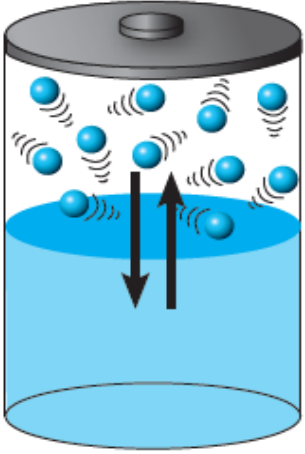
B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve III

E) II ve III

Belirli bir sıcaklıkta sıvısıyla dengede olan buharın yaptığı basınca su buharının **denge buhar basıncı** denir.

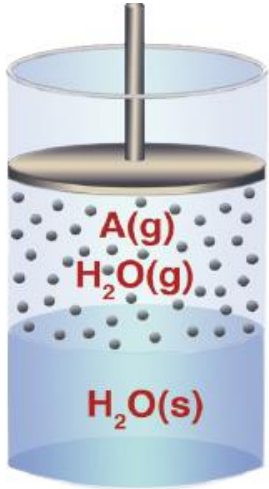


Denge buhar basıncı sıcaklığa bağlı olarak değişir. Bir denge durumu olduğu için hacim artışı ya da azalışı doymuş buhar basıncını etkilemez. Suyun miktarına, bulunduğu kabın hacmine, kabın şekline ve üzerine uygulanan basınca bağlı olarak değişmez.

Değişik sıcaklıklarda suyun buhar basıncı

Sıcaklık (°C)	Suyun Denge Buhar Basıncı (mmHg)
0	4,58
5	6,54
10	9,21
15	12,79
20	17,54
25	23,76
30	31,82
35	42,18
40	55,32
50	92,51
60	149,38
70	233,70
80	355,10

Su ile tepkimeye girmeyen ve suda çözünmeyen gazlar, su içerisinde kabarcıklar oluşturup su üzerinde toplanır.

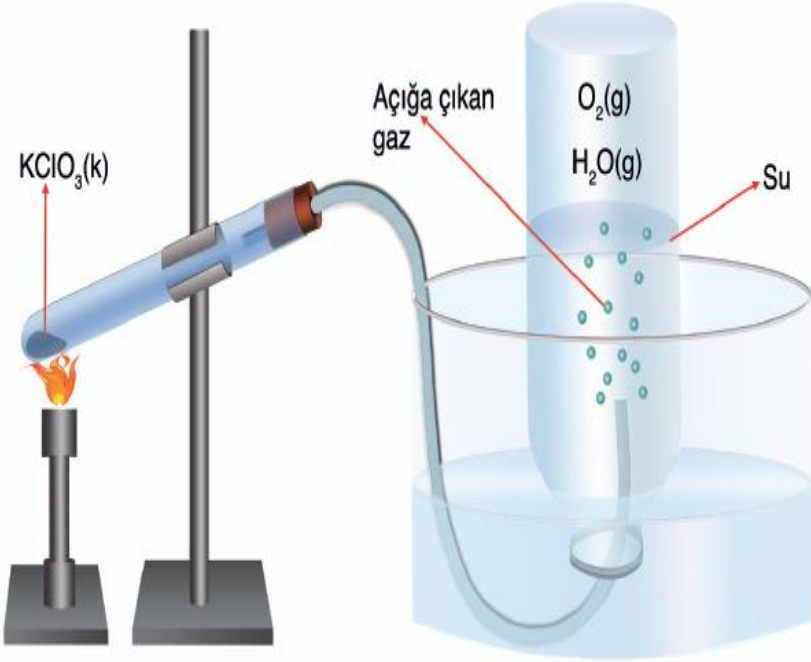


Su ile tepkime vermeyen pistonlu kaptaki A gazı

$$P_T = P_A + P_{H_2O}$$

Görsel 'de verilen kapta **sabit sıcaklıkta piston yukarı çekilerek hacim iki katına çıkarılırsa,**

- Su buharının kısmi basıncı değişmez.
- A gazının kısmi basıncı yarıya düşer.
- H₂O(g) moleküllerinin sayısı artar, H₂O(s) moleküllerinin sayısı azalır.



Su üzerinde gaz toplama düzeneği

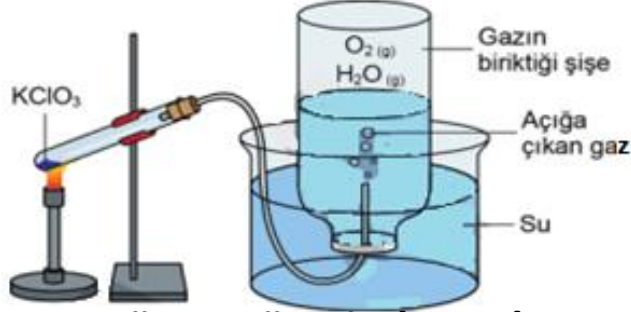
Dalton'un Kısmi Basınçlar Yasası, su üzerinde toplanan gazların hacimlerini ve basınçlarını hesaplamakta da kullanılır.

$$P_T = P_{\text{O}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}}$$

SORU :

2019/ AYT

Potasyum klorat (KClO_3) katısı ısıtıldığında potasyum klorür (KCl) katısına ve oksijen gazına (O_2) dönüşüyor. Açığa çıkan O_2 gazı aşağıdaki düzenekte gösterildiği gibi 25°C 'de su üzerinde toplanıyor.



Buna göre su üzerinde toplanan O_2 gazının kısmi basıncını hesaplamak için,

- I. Su üzerinde toplanan gazın 25°C 'deki toplam basıncı,
- II. 25°C 'de suyun buhar basıncı,
- III. Su üzerinde toplanan gazın 25°C 'deki toplam hacmi

bilgilerinden hangileri gereklidir?

(O_2 gazının su ile tepkimeye girmediği ve suda çözünmediği; gazların ideal gaz olarak davrandığı varsayılacaktır.)

A) Yalnız I

B) Yalnız III

C) I ve II

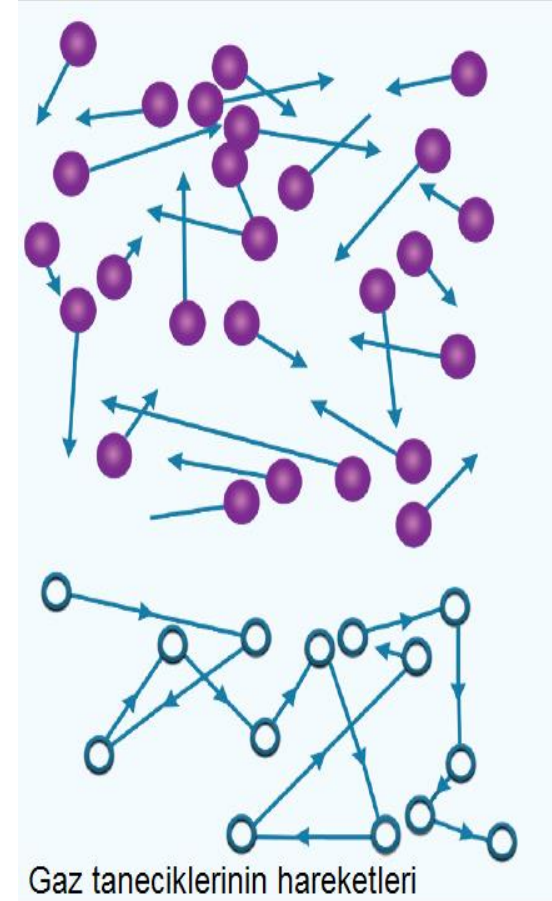
D) II ve III

E) I, II ve III

Gazların davranışını açıklayan teoriye **kinetik teori** denir.

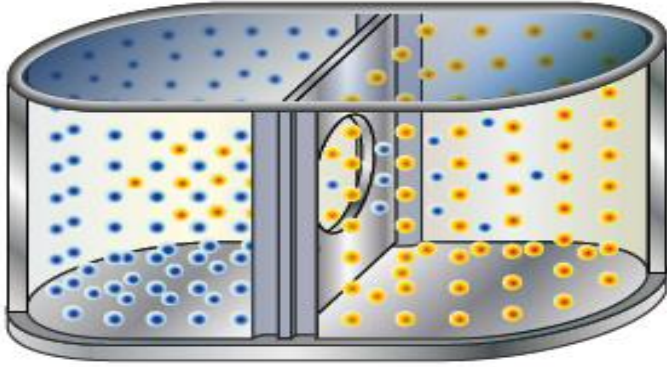
Kinetik teoriye göre;

- Gaz molekülleri gelişigüzel ve sürekli hareket eder, birbirleriyle ve kap yüzeyiyle çarpışır. Bu çarpışmalar hızlı ve esnektir (Brown hareketi).
- Gaz molekülleri arasındaki uzaklık gazın öz hacmine göre çok büyük olduğu için gazların öz hacmi ihmal edilir.
- Gaz tanecikleri rastgele hareketleri sırasında birbirleriyle çarpışır. Bu çarpışmalar dışında birbirleri ile etkileşmedikleri, yani aralarında itme ve çekme kuvvetlerinin olmadığı kabul edilir.
- Gaz moleküllerinin kinetik enerjileri mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır. Bu nedenle aynı sıcaklıktaki gaz moleküllerinin ortalama kinetik enerjileri birbirine eşittir.
- Bir gaz, kinetik teori varsayımlarına ne kadar yakın davranıyorsa ideal gaz olmaya da o kadar yakındır.



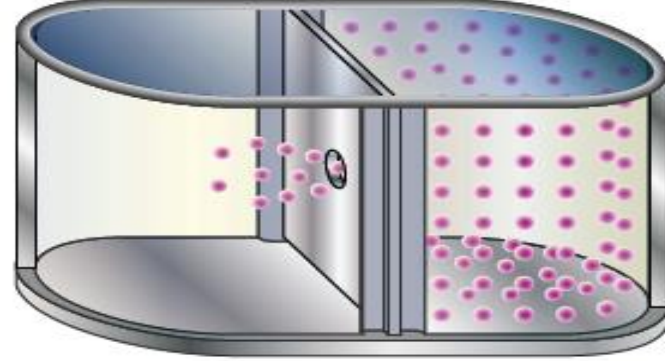
Graham Difüzyon Yasası

Gaz moleküllerinin aynı ya da farklı gaz molekülleri arasında yayılmasına **difüzyon** denir. Kapalı bir kaptaki bulunan gaz moleküllerinin küçük bir delikten boşluğa yayılmasına da **efüzyon** denir.



Gazların difüzyonu

$$E_K = \frac{3}{2} kT$$



Gazların efüzyonu

$$E_K = \frac{1}{2} mv^2$$

Her iki formülden de anlaşılacağı gibi gaz taneciklerinin mutlak sıcaklıkları arttığında kinetik enerjileri, kinetik enerjileri arttığında da molekül kütlesine bağlı olarak hızları artar. Gaz taneciklerinin hızları arttıkça difüzyon ve efüzyon hızları da artar.

Farklı sıcaklıkta bulunan iki farklı gaz molekülünün difüzyon ve efüzyon hızları karşılaştırıldığında gaz moleküllerinin hızı mutlak sıcaklığın kareköküyle doğru, mol kütlelerinin kareköküyle ters orantılıdır.

Gazların yayılma hızı arttıkça yayılma süreleri kısalır yani mol kütlesi küçük olan gaz daha hızlı ve daha kısa sürede yayılır. Graham Difüzyon Yasası gazların yayılma süreleri de dikkate alınarak genel bir biçimde aşağıdaki eşitlikler şeklinde yazılabilir.

$$\frac{v_X}{v_Y} = \sqrt{\frac{T_X M_{A_Y}}{T_Y M_{A_X}}} = \sqrt{\frac{d_Y}{d_X}} = \frac{t_Y}{t_X}$$

t_x : X gazının yayılma süresi

t_y : Y gazının yayılma süresi

SORU :**2019/ AYT**

Aynı şartlarda, He gazının difüzyon hızı XO_2 gazının difüzyon hızının 4 katıdır.

Buna göre, X elementinin mol kütlesi kaç g/mol' dür?

(He = 4 g/ mol, O = 16 g/ mol ; gazların ideal olarak davrandığı varsayılacaktır.)

A) 8

B) 12

C) 16

D) 32

E) 64

İdeal Gaz

- İdeal gazlar kinetik teorinin varsayımlarına ve gaz yasalarına uyan gazlardır.
- Gaz moleküllerinin hacimlerinin kabın hacmi yanında ihmal edildiği varsayılır.
- Gaz molekülleri arasındaki itme-çekme kuvvetleri ihmal edilir.
- İdeal gaz kavramı bir varsayımdır.

Gerçek Gaz

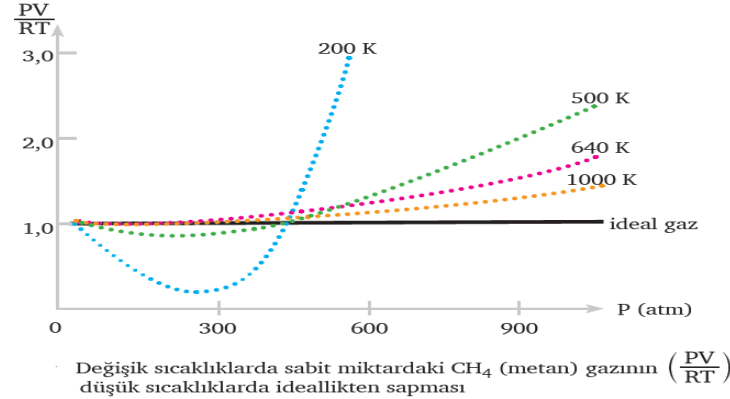
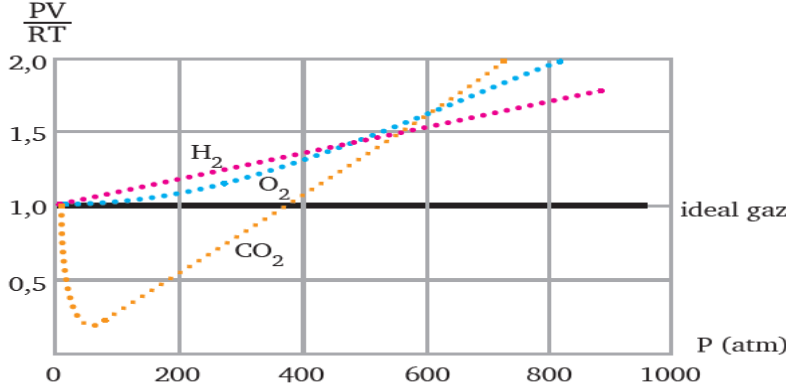
- Doğada bulunan gazlar gerçek gazlar olarak tanımlanabilir.
- Gerçek gazlarda moleküllerin kendilerinin de bir hacmi vardır.
- Gerçek gazlarda tanecikler arası etkileşimler ihmal edilemez.
- Gerçek gazlar uygun koşullarda ideal gaz yasasına yakın davranır.

İdeal gaz denkleminde 1 mol ideal gaz için

$$\frac{PV}{RT} = 1 \text{ dir.}$$

İdeal gazlar farklı sıcaklık ve basınç koşullarında da bu eşitliği doğrular. Ancak gerçek gazlar her koşulda bu eşitliği sağlamaz.

Gerçek Gazların İdeal Gaz Varsayımından Sapması



Gazlar düşük basınç, yüksek sıcaklık, düşük mol kütlesi (MAÇK az) değerlerinde ideale yakın davranırlar. Ayrıca polar moleküller apolar moleküllere göre ideallikten daha fazla sapar.

- ❑ Gerçek gazların ideal gaz değerine yaklaşması ancak çok düşük basınçlarda geçerlidir. Basınç arttıkça gazların yoğunluğu artar, moleküller birbirine yaklaşır.
- ❑ Molekül kütlesi arttıkça moleküller arası kuvvetler (zayıf etkileşimler) artar ve gaz ideallikten daha çok sapar.

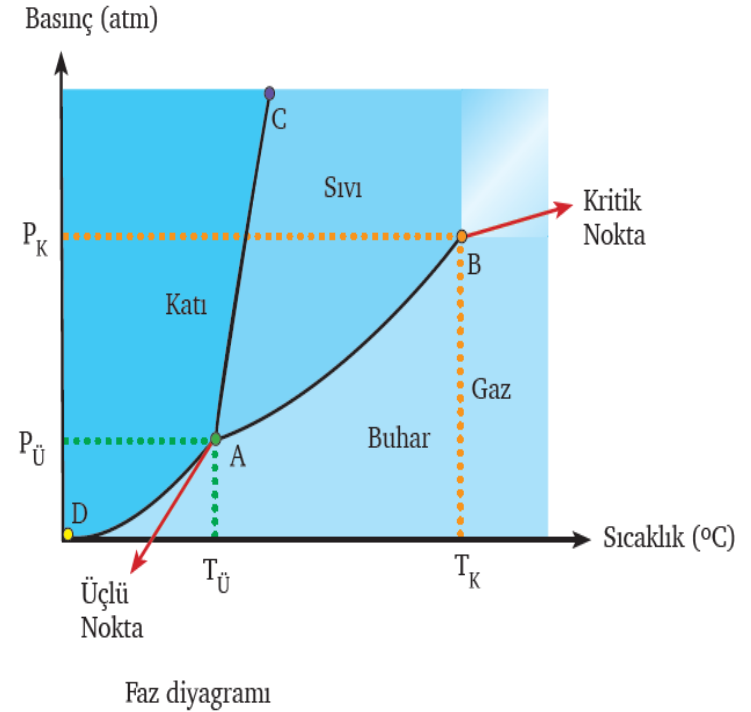
- ❑ Gerçek gazlarda sıcaklık düştüğünde moleküllerin ortalama kinetik enerjileri düşerken molekülün hareketi yavaşlar ve gaz molekülleri birbirine yaklaşır. Moleküller arası çekim kuvvetleri artar ve gazlar sıvılaşır.
- ❑ Aynı gaz için sıcaklık azaldıkça ve basınç arttıkça ideallikten sapma miktarı da artar

Maddelerin farklı sıcaklık ve basınç koşullarında fiziksel durumlarını gösteren grafiklere **faz diyagramı** adı verilir.

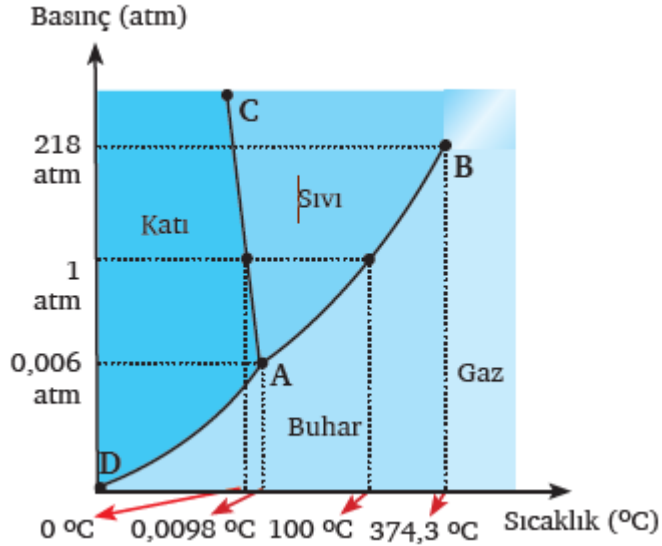
Faz diyagramı, farklı basınç ve sıcaklıklarda hangi fazın daha kararlı olduğunu gösteren bir haritadır.

- AB (buharlaştırma-yoğuşma) eğrisi
- AC (erime-donma) eğrisi
- AD (süblimleşme-kırağışma) eğrisi

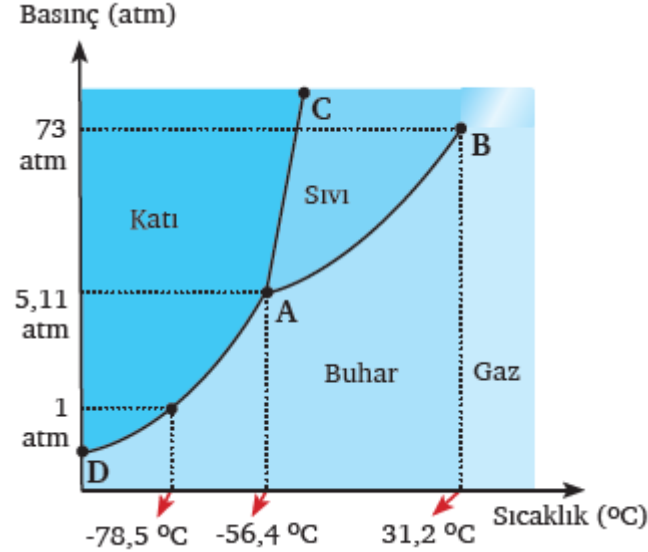
- Kritik nokta: Bazı sıcaklık değerlerinden sonra sıcaklık ne kadar düşürülürse de gaz sıvı hale geçmez (**kritik sıcaklık**). Bazı basınç değerlerinden sonra sıcaklık ne kadar düşürülürse de madde gaz hale geçmez (**kritik basınç**).



Suyun Faz Diyagramı



Karbon dioksitin Faz Diyagramı



CO₂ ve H₂O'un faz diyagramları incelendiğinde en büyük farkın AC çizgisinde olduğu görülür. CO₂'in faz diyagramında AC çizgisinin eğimi sıcaklık yönündedir. Suyun faz diyagramında ise AC çizgisinin eğimi basınç yönündedir. AC çizgisinin eğiminin yönündeki fark o maddenin sıcaklık ve basıncının erime ve donma noktasına etkisini ifade eder. Suyun faz diyagramından buzun basınçla sıvılaşabileceği anlaşılır. CO₂'in faz diyagramından ise kuru buzun basınçla sıvılaşamayacağı süblimleşeceği anlaşılır.

- Bulunduğu sıcaklıkta, hiçbir basınç altında sıvılaştırılmayan sıkıştırılabilir akışkanlara **gaz** denir.
- Gazların özelliklerini taşıyan ancak bulunduğu sıcaklıkta herhangi bir basınçta sıvılaşabilen akışkanlara **buhar** denir.
- Gaz ile buhar arasında bir dönüşüm yoktur. Kritik sıcaklığa ulaşıldığında buhar özelliği ortadan kalkar ve gaz özelliği başlar. Bu nedenle buharın sıcaklığı gazın kritik sıcaklığının altında olmalıdır.

Gazlar aniden genişletildiklerinde moleküller birbirinden uzaklaşır ve ortalama hızları azalır. Gaz genişlediğinde moleküller arası çekim kuvvetlerinin yenilmesi için gereken enerji moleküllerin öz ısılarından karşılanır. Böylece gaz soğur. Hızla genişletilen gazların kendilerini soğuttukları bu olay **Joule- Thomson olayı** olarak bilinir.

Joule-Thomson olayını daha iyi anlamak için pompanın çalışma sistemini incelemek gerekir. Pompa ile bisiklet tekerleği şişirilirken pompanın gaz çıkış vanası ısınır, bisikletin sibobu soğur. Çünkü sıkıştırılan gazlar ısınır, genişleyen gazlar ise buldukları ortamı soğutur.

Soğutucularda da Joule-Thomson olayından yararlanır. Ayrıca araçlarda ve evlerde kullanılan klimalar da bu olaydan yararlanan mekanik sistemlerdir.



Buzdolabı arkası

Ortamdan ısı alarak buharlaşan ve ortam sıcaklığını düşüren maddelere **soğutucu akışkanlar** denir.

Soğutucu akışkanların özellikleri

- Kritik sıcaklığı ve kritik basıncı yüksek, kaynama noktası düşük olmalıdır.
- Patlayıcı, yanıcı ve zehirli olmamalıdır.
- Çevreye zarar vermemelidir.
- Uygulanabilir bir basınçla sıvılaşmalı, basınç kaldırılınca buharlaşmalıdır.
- Kimyasal olarak aktif olmamalıdır.
- Kolay bulunur ve ekonomik olmalıdır. Enerji tüketimi az olmalıdır.
- Oda koşullarında buhar hâlinde olmalıdır.