



# ÜNİTE I

## MADDENİN GAZ HALİ

1. BİR MOL GAZIN KAPLADIĞI HACİM
- 1.2. KİNETİK TEORİ
- 1.3. YAYILMA HIZI
- 1.4. GAZ BASINCI VE ÖLÇÜLMESİ
- 1.5. GAZ HACMİNİN SICAKLIĞA BAĞLILIĞI
- 1.6. KİNETİK TEORİ VE AVOGADRO HİPOTEZİ
- 1.7. İDEAL GAZ DENKLEMİ

**BU ÜNİTENİN AMAÇLARI**

Bu üniteyi çalıştığımızda;

- Bir mol gazın kapladığı hacmi öğrenecek,
- Gazların davranışlarındaki düzenlilikleri, Kinetik Teori yardımıyla kavrayabilecek,
- Çeşitli gazların yayılma hızlarını karşılaştırabilecek,
- Gaz basıncının nasıl ve hangi araçlarla ölçüldüğünü öğrenecek,
- Gaz basıncını değiştiren faktörleri tanıyacak,
- Mutlak sıcaklığının ne olduğunu öğrenecek,
- kısmî basıncın ne olduğunu öğrenecek,
- İdeal gaz denklemini tanıyacak ve çeşitli problemlerde uygulayabilecek,
- Kendi sıvısı üzerinde toplanmış gazların davranışlarını açıklayabileceksiniz.

**BU ÜNİTEYİ NASIL ÇALIŞMALIYIZ ?**

- Bu bölümü iyi kavrayabilmek için mol kavramı (lise 2 kimya bölüm 2-5) bölümlerini yeniden gözden geçirip, pekiştiriniz.
- Kinetik Teoriyi pekiştiriniz.
- Bölümde geçen kanunların, hangi ilişkiler üzerine kurulduğunu anlamaya çalışınız; ezberlemeyiniz.
- Konuları ve konular içinde geçen örnekleri dikkatle inceleyiniz.
- Konu içinde verilen alıştırmaları, öğrendiklerimizi pekiştirelim ve değerlendirme sorularını mutlaka çözünüz. Çözemediğiniz problemler için ilgili konuya tekrar dönünüz.
- Programlı çalışıp, ilkeli düşünmeye özen gösteriniz.
- Bu bölümü iyice öğrenmeden diğer bölüme geçmeyiniz.

## ÜNİTE I

### MADDENİN GAZ HÂLİ

Maddeler katı, sıvı, gaz ve plâzma olmak üzere dört fiziksel hâlde bulunurlar. Maddenin bu dört hâlden birinde bulunması basınç ve sıcaklığa bağlıdır. Örneğin su, 1 atmosfer basınç altında ve 0°C'tan düşük sıcaklıklarda katı hâlde (buz), 0°C ile 100°C arasında sıvı (su), 100°C'un üzerinde ise gaz (su buharı) hâlde bulunur.

Katıları oluşturan tanecikler arası çekim kuvvetleri çok fazla olduğundan, tanecikler arası boşluklar çok az, taneciklerin hareketleri de sınırlıdır. Sıvılarda ise tanecikler arası çekim kuvvetleri katılara göre daha zayıf olduğundan taneciklerin hareketi katılara göre çok daha fazladır. Sıvılar buldukları kabın şeklini alırlar.

Gazları oluşturan taneciklerin arasındaki kuvvetler çok çok zayıf olup tanecikler arası uzaklık çok büyüktür. Bu nedenle gaz tanecikleri sürekli hareket hâlinindedir ve gelişigüzel hareket ederler. Bu hareketler sırasında birbirleriyle ve içinde buldukları kabın çeperleriyle esnek çarpışmalar yaparlar. Gaz taneciklerinin kabın çeperlerine uyguladıkları kuvvet gaz basıncı olarak bilinir.

Bir gaz içinde bulunduğu kabı doldurmak üzere genişler. Kokusu olan bir gaz odaya bırakıldığında bir süre sonra odanın her tarafında hissedilir. Gazlar tanecikler arası boşluklar sebebiyle kolaylıkla sıkıştırılabilir.

#### 1.1. BİR MOL GAZIN KAPLADIĞI HACİM

Katı ve sıvıların hacmi basınca bağlı olarak hemen hemen hiç değişmez. Sıcaklıkla ise çok az değişir. Oysa gazların hacimleri, basınç ve sıcaklıkla çok miktarda değişir. Buna göre 1 mol gazın hacmi basınç ve sıcaklık şartlarına göre değişik büyüklüklerde olacaktır.

Aynı sıcaklık ve basınç koşullarında farklı cinsteki katı ve sıvıların 1 mollelerinin hacmi de farklı farklıdır. Gazların ise 0°C ve 1 atm koşullarındaki hacimleri yaklaşık birbirine eşittir. Çizelge 1.1'de 0°C ve 1 atm basınç koşullarındaki bazı katı, sıvı ve gazların molar hacimleri verilmiştir. İnceleyiniz.

Madde cinsi	Maddenin fiziksel hâli	Molar hacim
altın (Au)	katı	10,2 mL
karbon (C)	katı	3,4 mL
cıva (Hg)	sıvı	14,8 mL
etil alkol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	sıvı	58,6 mL
su (H <sub>2</sub> O)	sıvı	18 mL
hidrojen (H <sub>2</sub> )	gaz	22,43 L
oksijen (O <sub>2</sub> )	gaz	22,39 L
helyum (He)	gaz	22,43 L

Çizelge 1.1: 0°C sıcaklık ve 1 atm basınç koşullarında, bazı katı,sıvı ve gaz hâldeki maddelerin molar hacimleri



**Maddelerin bulunduğu ortam 0°C sıcaklık ve 1 atmosfer basınçta ise buna normal koşullar (NK) veya normal şartlar (NŞ) denir.**



**Normal şartlarda 1 mol gaz 22,4 litre hacim kaplar.**



**Normal şartlar altındaki (NŞA) 1 mol gazın kapladığı hacme molar hacim denir.**



**Bir mol gaz, Avogadro sayısı ( $6,02 \times 10^{23}$ ) kadar gaz tanecik içerir.**

Örneğin; 1 mol  $N_2 = 6,02 \times 10^{23}$  tane  $N_2$  molekülü = NŞA 22,4 litredir.

1 mol  $CO_2 = 6,02 \times 10^{23}$  tane  $CO_2$  molekülü = NŞA 22,4 litredir.

## 1.2. KİNETİK TEORİ

Kinetik teori gazların davranışlarında görülen düzenlilikleri genel olarak açıklayabilmek için geliştirilmiş bir modeldir. Buna göre;

- 1- Gazlar, birbirlerinden oldukça uzakta bulunan taneciklerden (atom veya moleküllerden) oluşmuştur.
- 2- Gaz tanecikleri her yöne doğru hızlı ve doğrusal hareket yaparlar. Bu nedenle gaz tanecikleri hem birbirlerine hem de buldukları kabın yüzeyine çarparlar.
- 3- Gaz taneciklerinin çarpışmaları esnekler. Çarpışmalarda taneciklerin yalnız hızları ve hareket yönleri değişir.
- 4- Gaz tanecikleri birbirini etkilemeyen, aralarında hiçbir çekim kuvveti olmayan ve birbirinden bağımsız tanecikler olarak kabul edilir.
- 5- Gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjisi sıcaklığa bağlıdır. Bütün gazların aynı sıcaklıkta ortalama kinetik enerjileri de aynıdır.
- 6- Çarpışmalar sırasında, bir tanecikten diğerine enerji aktarılır. Ancak çarpışmadan önceki toplam kinetik enerji, ( $E_{k1}$ ) çarpışmadan sonraki toplam kinetik enerjiye ( $E_{k2}$ ) eşittir. ( $E_{k1} = E_{k2}$ )

Bu kabullenmelere göre hareket eden bir gaz taneciğinin kinetik enerjisi (hareket enerjisi):

$$E_k = \frac{1}{2} m\vartheta^2 \text{ bağıntısı ile bulunur. Bağıntıdaki, kütle (m) yerine bir taneciğin kütlesi (M) alınırsa } E_k = \frac{1}{2} M\vartheta^2 \text{ bağıntısı oluşur. Burada;}$$

M = Gaz taneciğinin kütlesi

$\vartheta$  = Gaz taneciğinin ortalama hızını belirtir.

### 1.3. YAYILMA HIZI

Birbirleriyle tepkime vermeyen gazlar, birbiri içinde her oranda karışarak homojen karışım oluştururlar. Gaz tanecikleri arasında büyük boşluklar olduğundan birbiri içinde kolayca karışabilirler.

Örneğin; bir odaya kolonya şişesi ağzı açık olarak bırakılırsa kolonya kokusu bir süre sonra, odanın her yerinden hissedilebilir. Bu kolonyanın gaz hâline geçerek hava içerisinde yayıldığını gösterir.



**Gaz taneciklerinin başka gaz tanecikleri arasına veya boşluğa yayılmalarına difüzyon denir.**

Gazların kinetik teorisine göre; iki farklı gaz aynı ortamda bulunduğu sıcaklık ve basınç aynı olacağından taneciklerin ortalama kinetik enerjileri birbirine eşit olur.

O hâlde A ve B gazları için:

$$E_{kA} = E_{kB}$$

$$\frac{1}{2} M_A \vartheta_A^2 = \frac{1}{2} M_B \vartheta_B^2$$

$$\frac{\vartheta_A^2}{\vartheta_B^2} = \frac{M_B}{M_A} \Rightarrow \frac{\vartheta_A}{\vartheta_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \text{ bağıntısı bulunur.}$$



***Bu bağıntıya göre gazların yayılma hızları mol kütlelerinin karekökü ile ters orantılıdır. Bu ifade Graham Difüzyon Kanunu olarak bilinir.***

Mol kütlesi, öz kütle ile doğru orantılı olduğundan; mol kütlesi yerine öz kütle alınarak aynı bağıntı

$$\frac{\vartheta_A}{\vartheta_B} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}} \text{ şeklinde de yazılabilir.}$$



***Mol kütlesi küçük olan gaz tanecikleri daha kısa sürede yayılacağından, taneciklerin hızları yayılma süreleri ile ters orantılıdır.***

$$\frac{\vartheta_A}{\vartheta_B} = \frac{t_B}{t_A} \text{ (} t_A, t_B \rightarrow \text{A ve B gazlarının yayılma süresi)}$$

**ÖRNEK 1.1)** Aynı koşullarda hidrojen gazının (H<sub>2</sub>) yayılma hızı, oksijen gazının (O<sub>2</sub>) yayılma hızının kaç katıdır? (H : 1, O:16)

**ÇÖZÜM:**  $\frac{\vartheta_{H_2}}{\vartheta_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}}$  bağıntısından,

$$M_{O_2} = 16 \times 2 = 32$$

$$M_{H_2} = 1 \times 2 = 2$$

$$\frac{\vartheta_{H_2}}{\vartheta_{O_2}} = \sqrt{\frac{32}{2}} \Rightarrow \frac{\vartheta_{H_2}}{\vartheta_{O_2}} = \sqrt{16} \Rightarrow \frac{\vartheta_{H_2}}{\vartheta_{O_2}} = 4$$

$$\vartheta_{H_2} = 4 \vartheta_{O_2} \text{ bulunur.}$$

**Sonuç:** Hidrojen gazının yayılma hızı, oksijen gazının yayılma hızının dört katına eşittir.

#### 1.4. GAZ BASINCI VE ÖLÇÜLMESİ

Buldukları kabın yüzeylerine çarpan gaz tanecikleri çarptıkları yüzeyleri küçük bir kuvvetle iterler.

**Genel olarak basınç birim yüzeye uygulanan dik kuvvet demektir.**

$$P = \frac{F}{A}$$

P = Basınç

F = Kuvvet

A =Yüzey



***Herhangi bir anda; birim yüzeye çarpan gaz taneciklerinin, yüzeye uyguladıkları dik kuvvetlerin toplamı gaz basıncını oluşturur.***

Kapalı kaptaki gaz tanecikleri her yöne doğru aynı ortalama hız ile hareket ettiklerinden kabın birim yüzeyine çarpan tanecik sayısı her an, her tarafta aynı olur. Bu sebeple kapalı bir kapta bulunan gaz, kabın yüzeylerindeki her noktaya aynı basıncı yapar.

#### **Açık Hava Basıncının Ölçülmesi**

Dünya atmosfer dediğimiz bir hava katmanı ile çevrelenmiştir. Hava bir gaz karışımı olup yer yüzüne basınç uygular.



**Havanın dünya yüzeyine uyguladığı basınca açık hava basıncı veya atmosfer basıncı denir.**



***Açık hava basıncı barometre ile ölçülür.***

**Torricelli (Toriçelli)**, üzeri ölçeklendirilmiş, uzunca ve ince bir cam boruyu cıva (Hg) ile doldurup, yine içinde cıva bulunan başka bir kaba ters çevirip batırılarak barometre denilen düzeneği oluşturdu. Borudaki cıvanın bir kısmının çanağa aktığını ve bir müddet sonra cıva seviyesinin sabit kaldığını gözlemledi. Borudaki cıva yüksekliğinin bir süre sonra sabit kalmasını, cıvanın akmasına karşı havanın direnç göstermesi ile açıkladı.

Torricelli bu deneyi, deniz seviyesinde ve 0°C'ta gerçekleştirdiğinde cıva yüksekliği 760 mm olarak ölçüldü (Şekil 1.1).



**Deniz seviyesinde, 0°C'ta cıva sütununun basıncını dengeleyen açık hava basıncı 1 atmosferdir.**

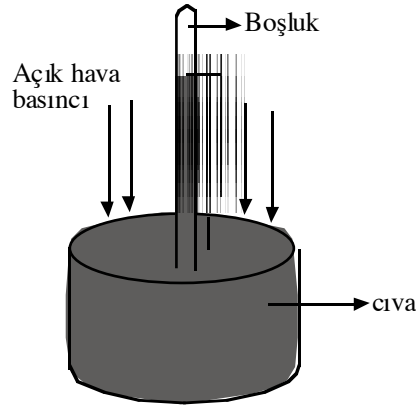
$$760 \text{ mm Hg} = 76 \text{ cm Hg} = 1 \text{ atmosfer (atm)}$$



**Uluslararası birim sisteminde (SI), basıncın birimi N/m<sup>2</sup> dir. N/m<sup>2</sup> birimi paskal olarak adlandırılır.**

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2 = 101325 \text{ Pa}$$

Şekil 1.1: Deniz seviyesinde 0°C'ta, cam boru da yükselen cıva seviyesi 760 mm'dir



Sıvı üzerine uygulanan basınç sıvı tabanına aynen iletilir. Bir sıvının tabana yaptığı basınç fizik derslerinden de öğrenildiği üzere  $P = hd$ 'dir.

$h$  = sıvı yüksekliği

$d$  = sıvının öz kütlesi

Barometrede kullanılan sıvının öz kütlesi ( $d$ ) ile cam boruda yükselen sıvı seviyesi ( $h$ ) ters orantılı olarak değişir. Aynı ortamda hangi sıvı kullanılırsa kullanılsın, sıvı üzerine etki eden basınç aynı olacağından, farklı X ve Y sıvıları kullanıldığında ;

$$P_x = P_y \rightarrow h_x d_x = h_y d_y \text{ olur.}$$



**Barometredeki sıvı yüksekliği kullanılan borunun kesitine ve uzunluğuna bağlı değildir. Kullanılan sıvının öz kütlesine ve bulunulan yerin deniz seviyesinden yüksekliğine (bulunan yerin yer çekimi ivmesine) bağlıdır.**

### Kapalı Kaptaki Gaz Basıncının Ölçülmesi

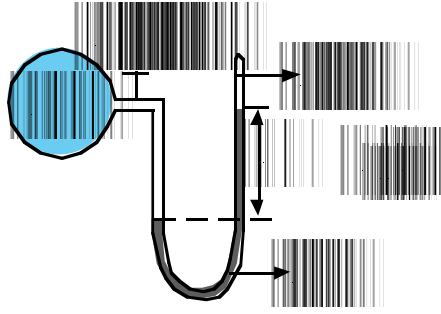


**Kapalı bir kapta bulunan gazın basıncını ölçmeye yarayan alete manometre denir.**

Manometreler, kapalı ve açık uçlu olmak üzere iki çeşittir.

### Kapalı Uçlu Manometre

Kapalı uçlu manometre, bir ucu diğerinden daha uzun ve uzun ucu kapalı olan U şeklinde cam borudur. Bu cam boruya bir miktar cıva konulur. Kısa ve açık olan uç basıncı ölçülecek gaz kabına bağlanır. Gazın uyguladığı basınç nedeniyle bağlı olduğu koldaki cıvayı aşağıya doğru iter. Diğer koldaki cıva üzerinde basınç uygulayacak gaz olmadığından bu kolda cıva yükselir. Şekil 1.2'de kapalı uçlu manometre gösterilmiştir.



Şekil 1.2: Kapalı uçlu manometre



*Kapalı uçlu manometrede, gaz basıncı manometrenin kısa ve uzun kollarında yükselen cıva seviyeleri arasındaki farka ( $h$ ) eşittir.  $P_{gaz} = h$*

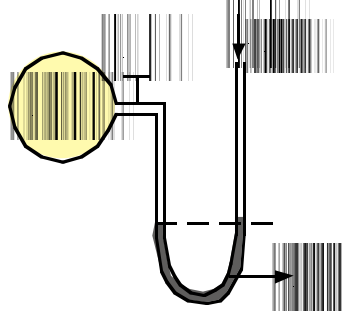
### Açık Uçlu Manometre

Her iki ucu açık olan U borusuna cıva konulduktan sonra kısa koldaki açık uç gazın bulunduğu kaba bağlanır. Hava (atmosfer) açık uçtaki cıva üzerine basınç uygulamaktadır.



*Açık uçlu manometrenin kısa ve uzun kollarındaki cıva düzeyleri eşit ise, her iki koldaki cıva üzerine etki eden basınçlar eşit demektir. Bu durumda gazın basıncı açık hava basıncına eşittir. (Şekil 1.3).*

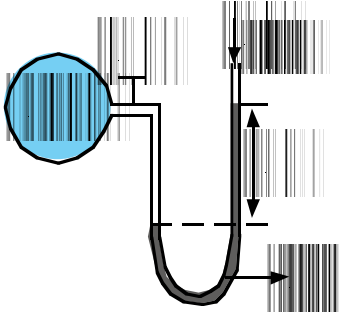




Şekil 1.3: Açık hava basıncı ile gaz basıncı eşit ise manometrenin uzun ve kısa kolundaki cıva seviyeleri aynı olur.



Gaz basıncı açık hava basıncından büyük ise Şekil 1.4'de görüldüğü gibi cıva, manometrenin açık uçlu tarafındaki kolunda yükselir.



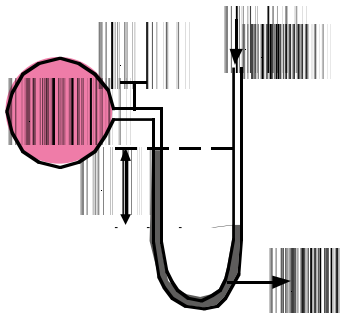
Şekil 1.4:  $P_{\text{gaz}} > P_{\text{hava}}$

Gaz basıncının açık hava basıncından büyük olduğu durumlarda gaz basıncı, manometrenin her iki kolunda yükselen cıva seviyeleri arasındaki fark kadar açık hava basıncından büyüktür.

$$P_{\text{gaz}} = P_{\text{hava}} + h$$



Açık uçlu manometrenin gaz kabına bağlı olduğu kolda cıva seviyesi yükselmiş ise, açık hava basıncı gaz basıncından büyüktür (Şekil 1.5).

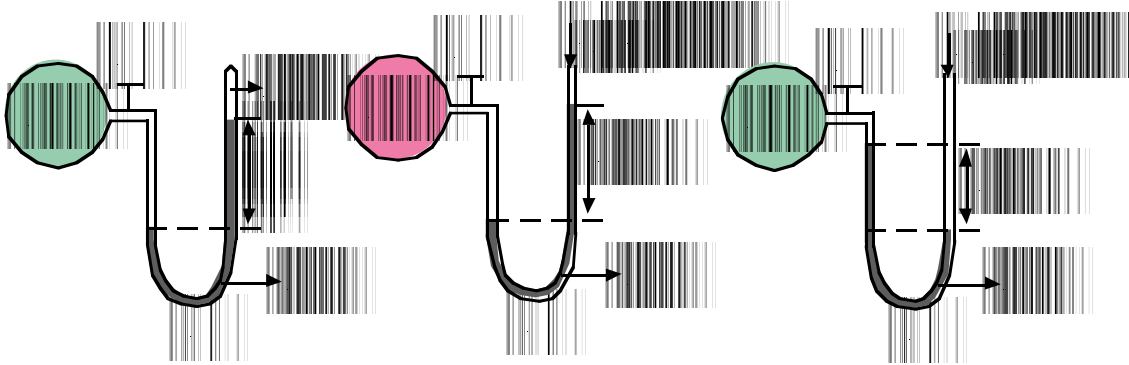


Şekil 1.5:  $P_{\text{gaz}} < P_{\text{hava}}$

Açık hava basıncı gaz basıncından büyük ise gazın basıncı; manometrenin kısa ve uzun kollarında yükselen cıva seviyeleri arasındaki fark kadar açık hava basıncından küçüktür.

$$P_{\text{gaz}} = P_{\text{hava}} - h$$

**ÖRNEK 1.2)** 1, 2 ve 3 numaralı manometrelerdeki gaz basınçlarını atmosfer (atm) cinsinden bulunuz



**ÇÖZÜM:**

**1. Manometre**

$$P_{\text{gaz}} = h \Rightarrow P_{\text{gaz}} = 38 \text{ cm}$$

$$1 \text{ atm } 76 \text{ cm Hg}$$

$$\frac{x \quad 38 \text{ cm Hg}}{x = 0,5 \text{ atm}}$$

**2. Manometre**

$$P_{\text{gaz}} = P_{\text{hava}} + h$$

$$P_{\text{gaz}} = 76 + 76 = 152 \text{ cmHg}$$

$$1 \text{ atm } 76 \text{ cm Hg}$$

$$\frac{x \quad 152 \text{ cm Hg}}{x = 2 \text{ atm}}$$

**3. Manometre**

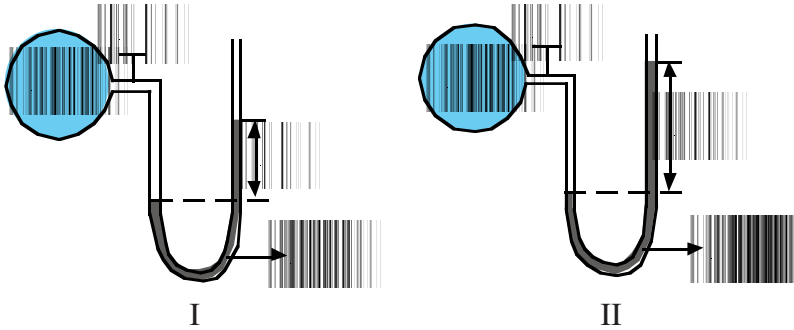
$$P_{\text{gaz}} = P_{\text{hava}} - h$$

$$P_{\text{gaz}} = 76 - 38 = 38 \text{ cm Hg}$$

$$1 \text{ atm } 76 \text{ cm Hg}$$

$$\frac{x \quad 38 \text{ cm Hg}}{x = 0,5 \text{ atm}}$$

**ÖRNEK : 1. 3)**



Açık hava basıncının 1 atm olduğu bir ortamda içinde A gazı bulunan bir kabın basıncı önce cam boruda Hg bulunduğunda ölçülüyor ( I). Sonra da aynı manometreye X sıvısı konularak aynı gazın basıncı ölçülüyor ( II). Buna göre X sıvısının öz kütlesi nedir? ( $d_{\text{Hg}} = 13,6 \text{ g/cm}^3$ )

**ÇÖZÜM**

İki durumda da gazın basıncı eşittir.

$$1. \text{ durumda } P_A = h_{Hg} d_{Hg}$$

$$2. \text{ durumda } P_A = h_x d_x \Rightarrow h_{Hg} d_{Hg} = h_x d_x$$

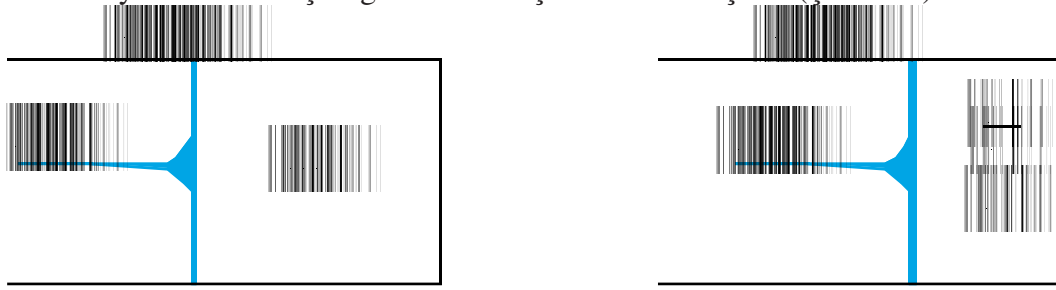
$$h \times 13,6 = 4h d_x$$

$$d_x = \frac{13,6}{4} \Rightarrow d_x = 3,4 \text{ g/cm}^3$$

**Basıncı- Hacim İlişkisi**

Gaz tanecikleri arasında büyük boşluklar olması, gazlara sıkıştırılabilme özelliği kazandırır. Kapalı bir kaptaki gaz miktarı ve sıcaklığı değişmeden kabın hacmi küçültülürse birim hacim başına düşen tanecik sayısı artar. Bu nedenle birim yüzeye çarpan tanecik sayısı artar ve basınç yükselir. Kabın hacmi büyütülürse birim hacimdeki tanecik sayısı azalacağından basınç düşer.

Pistonlu bir kaptaki bulunan gazın hacmi yarıya indirildiğinde birim hacim başına düşen molekül sayısı iki katına çıktığından basınç da iki katına çıkar (Şekil 1.6).



Şekil 1.6: V hacimli bir kaptaki P basınç yapan, miktarı ve sıcaklığı sabit olan gazın (1.durum), hacmi yarıya indirilince basıncı iki katına çıkar (2.durum).

**Boyle- Mariotte (Boyl - Maryot) Kanunu**

*Sıcaklığı sabit tutulan belli miktardaki bir gazın basıncı, hacmi ile ters orantılıdır.*

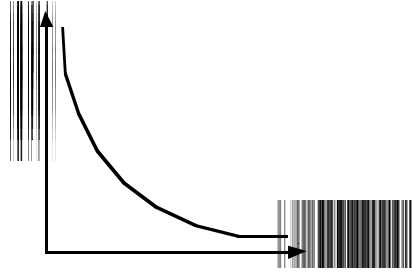
Basıncı ile hacim ters orantılı olarak değiştiğine göre

$$P \cdot V = \text{sabittir.}$$

Bir gazın farklı iki basınç ve hacim değerleri için

$$P_1 V_1 = \text{sabit} \quad P_2 V_2 = \text{sabit} \quad \text{olduğundan} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{olur (mol sayısı ve sıcaklık sabit).}$$

Sıcaklığı ve miktarı sabit olan bir gazın basınç- hacim değişimi grafiği aşağıda verilmiştir. İnceleyiniz.



**Grafik 1.1:** Belirli miktardaki bir gazın sabit sıcaklıkta, hacim (V), basınç (P) değişimi

**ÖRNEK 1.4)** Sabit sıcaklıkta pistonlu bir kapta bulunan gazın 1 atm basınç yaptığı durumda hacmi 10 litredir. Kapın hacmi piston itilerek 2 litreye düşürüldüğünde basınç kaç atm. olur?

### ÇÖZÜM

1. durumda	2. durumda
$P_1 = 1 \text{ atm}$	$V_2 = 2 \text{ L}$
$V_1 = 10 \text{ L}$	$P_2 = ?$
$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 1 \times 10 = P_2 \times 2 \Rightarrow P_2 = 5 \text{ atm}$	

**ÖRNEK 1.5)** Sabit sıcaklıkta pistonlu bir silindirde bulunan gazın hacmi  $50 \text{ cm}^3$  iken basıncı 760 mm Hg'dır. Bu gazın basıncını 380 mm Hg yapabilmek için hacmi kaç  $\text{cm}^3$  olmalıdır?

### ÇÖZÜM

1. durumda	2. durumda
$V_1 = 50 \text{ cm}^3$	$V_2 = ?$
$P_1 = 760 \text{ mm Hg}$	$P_2 = 380 \text{ mm Hg}$
$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 760 \times 50 = 380 \times V_2$	
$V_2 = 100 \text{ cm}^3 \text{ olur.}$	

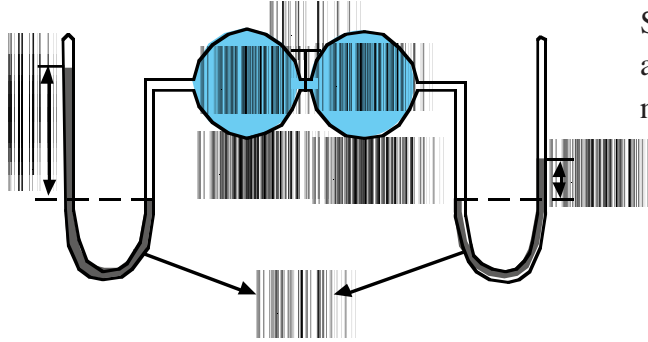
**Alıştırma:** 5 litrelik bir kapta basıncı 120 mm Hg olan bir miktar azot gazı vardır. Sıcaklık sabit tutularak kapın hacmi 2 litreye indirilirse, gazın basıncı kaç atmosfer olur?

Birbirine bağlı bileşik kaplarda, sabit sıcaklıkta tepkime vermeyen farklı gazlar bir araya getirilirse, bu gazların karıştırılmadan önceki basınç hacim çarpımlarının toplamı, karıştırıldıktan sonraki basınç hacim çarpımlarına eşittir.

$$P_1 V_1 + P_2 V_2 + \dots + P_n V_n = P_T V_T \quad P_T = \text{Toplam basınç,} \quad V_T = \text{Toplam hacim}$$

$$P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_n \text{ 'dir.} \quad V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

## ÖRNEK 1.6



Sabit sıcaklıkta şekildeki M musluğu açıldığında kaplardaki son basınç kaç mm Hg olur?

## ÇÖZÜM

$$V_T = V_1 + V_2$$

$$V_T = 2 + 2 = 4 \text{ L}$$

$$P_1 V_1 + P_2 V_2 = P_T V_T$$

$$120 \times 2 + 40 \times 2 = P_T \times 4$$

$$240 + 80 = P_T \times 4$$

$$320 = P_T \times 4$$

$$P_T = \frac{320}{4} = 80 \text{ mm Hg olur.}$$

## 1.5. GAZ HACMİNİN SICAKLIĞA BAĞLILIĞI

Bütün maddeler ısınınca genişir. Gaz hâlde tanecikler arası kuvvetler yok denecek kadar az olduğundan, sıcaklıktan en çok etkilenen hâl gaz hâlidir.



*Aynı koşullarda bulunan bütün gazların genişleme kat sayıları aynı değere sahiptir. Dolayısıyla bütün gazlar ısıtıldığında aynı oranda genişir. Bu nedenle, genişleme gazlar için ayırt edici özellik değildir.*

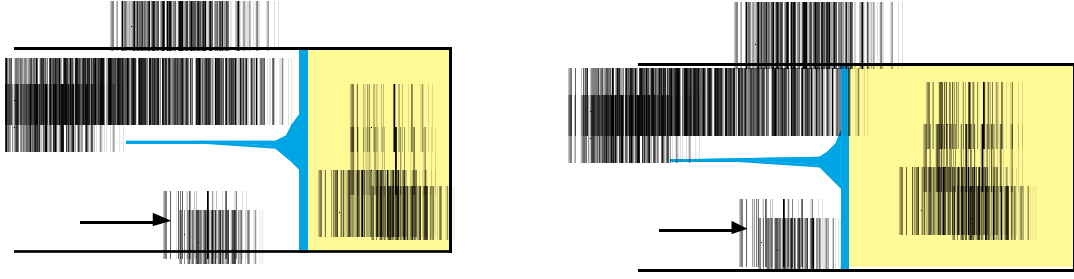
**Mutlak Sıcaklık:** Erişilebilecek en düşük sıcaklık  $-273^\circ\text{C}$  olup, bu sıcaklıkta hiç bir madde gaz hâlde bulunamaz.  $-273^\circ\text{C}$ 'ta gaz tanecikleri hareketsiz duruma gelir; gazın hacmi ve basıncı 0 olur.



**Erişilebilecek en düşük sıcaklık olan  $-273^\circ\text{C}$  mutlak 0 noktasıdır.**

Hareketli pistonla kapatılmış bir kaptaki gazın sıcaklığı arttırıldığında taneciklerin ortalama kinetik enerjileri ve dolayısıyla ortalama hızları artar. Hızın artması kap içerisindeki taneciklerin kabın çeperlerine çarpma sayısını arttıracığından basınç artar. Ancak hareketli piston sayesinde artan basınç aynı miktarda hacim artışıyla eski durumuna düşer.

Serbest pistonlu bir kapta bulunan, belirli miktardaki gazın mutlak sıcaklığı iki katına çıktığında hacmi de iki katına çıkar (Şekil 1.7).



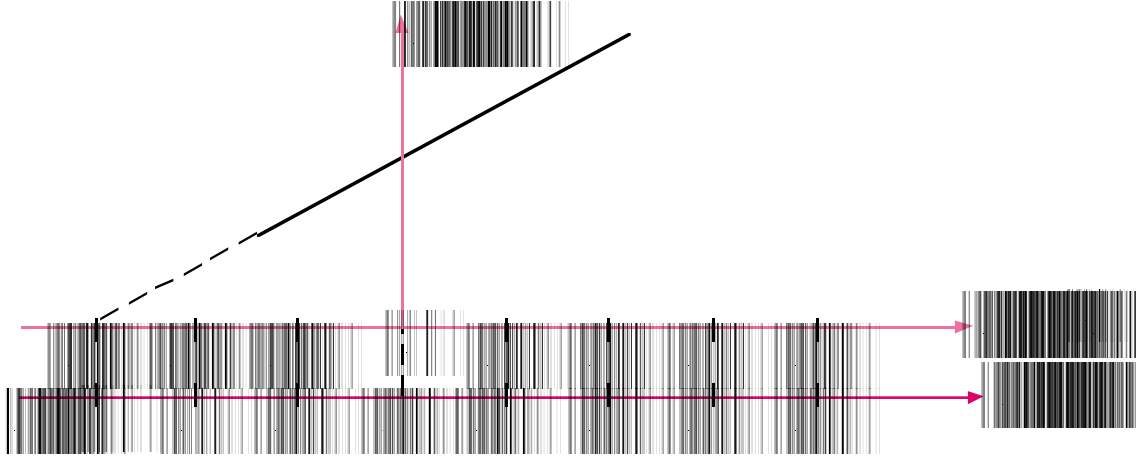
Şekil 1.7: Serbest pistonlu bir kaptaki bulunan belirli miktardaki T mutlak sıcaklığındaki V hacimli bir gazın (durum1), mutlak sıcaklığı iki katına çıktığında hacmi de iki katına çıkar (durum2).



Piston hareketli olduğundan, gaz basıncı hacim artışı ile sabit kalır.



Mutlak sıcaklık ölçeğinde sıcaklık birimi kelvin olup K ile gösterilir. Celcius (selsiyus) ölçeğinde, sıcaklık birimi derece selsiyus olup °C ile gösterilir. Kelvin ile selsiyus sıcaklık ölçekleri arasında  $T(K) = t (°C) +273$  bağıntısı vardır.



Grafik 1.2: 1 atm basınç altındaki bir gaz hacminin sıcaklıkla değişimi

### Charles (Çarls) Kanunu



Belirli miktardaki bir gazın, sabit basınç altındaki hacmi mutlak sıcaklık ile doğru orantılıdır.

Buna göre, Charles Kanunu

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = \frac{V_n}{T_n} = \text{sabit} \quad \text{olduğundan} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{şeklinde ifade edilebilir.}$$

**ÖRNEK 1.7.** Belirli miktardaki bir gazın 30°C'ta hacmi 500 mililitre (mL) dir. Bu gaz sabit basınç altında ısıtılarak sıcaklığı 40°C'a yükseltildiğinde hacmi kaç mL olur?

**ÇÖZÜM:**

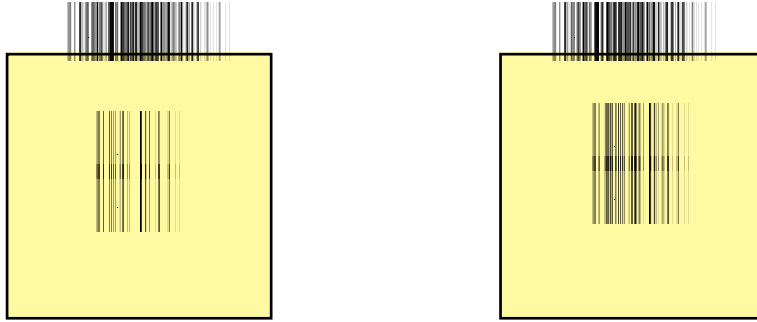
$$T_1 = 30 + 273 = 303 \text{ K} \quad T_2 = 40 + 273 = 313 \text{ K}$$

$$V_1 = 500 \text{ mL} \quad V_2 = ?$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{500}{303} = \frac{V_2}{313} \Rightarrow V_2 \approx 519 \text{ mL olur.}$$

### Sıcaklık ile Basınç İlişkisi

Kapalı bir kaptaki bulunan belirli miktardaki gazın hacmi değiştirilmeden sıcaklığı arttırılırsa, gaz moleküllerinin kinetik enerjisi ve ortalama hızları artar. Kapın çeperlerine çarpan tanecik sayısı da artacağından gazın basıncı artar. Gaz basıncı, gazın mutlak sıcaklığı ile doğru orantılıdır.



Şekil 1.8: Sabit hacimli bir kaptaki, gazın mutlak sıcaklığı T, basıncı P iken (durum 1) hacmi değiştirilmeden mutlak sıcaklığı 2 katına çıkarıldığında basıncı da 2 katına çıkar (durum 2)

### Gay- Lussac (Gay-Lussak) Kanunu

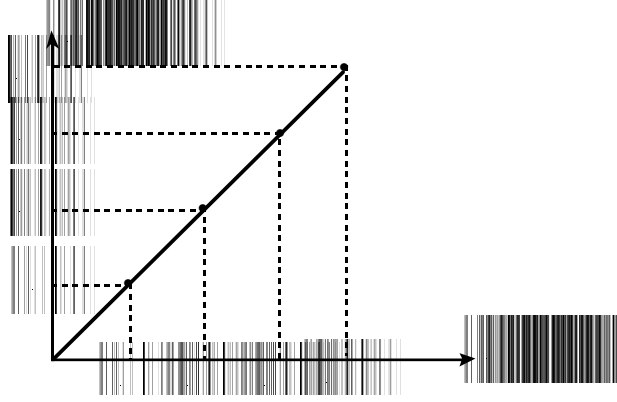


**Sabit hacimde, belirli miktardaki bir gazın basıncı mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır.**

Buna göre Gay- Lussac Kanununun bağıntısı

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{şeklinde ifade edilir.}$$

Kütlesi ve hacmi sabit olan bir gazın mutlak sıcaklık (T) basınç (P) ilişkisi Grafik 1.3'te verilmiştir. İnceleyiniz.



Grafik 1.3: Kütle ve hacmi sabit olan bir gazın mutlak sıcaklık (T) - basınç (P) ilişkisi

**ÖRNEK 1.8.** Sabit hacimli bir kapta  $0^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta 2 atmosfer basınç yapan bir gazın basıncını 4 atmosfere çıkarmak için sıcaklık kaç kelvin olmalıdır?

**ÇÖZÜM:**

$$\begin{aligned}
 V &= \text{sabit} \\
 P_1 &= 2 \text{ atm} & P_2 &= 4 \text{ atm} \\
 T_1 &= 0 + 273 = 273 \text{ K} & T_2 &= ? \\
 \frac{P_1}{T_1} &= \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2}{273} = \frac{4}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{4 \times 273}{2} \Rightarrow T_2 = 546 \text{ K}
 \end{aligned}$$

**ALİŞTİRMA:** Kapalı bir kapta 3 atmosfer basınç yapan  $\text{H}_2$  gazının sıcaklığı  $17^{\circ}\text{C}$ ' tur. Bu kap  $162^{\circ}\text{C}$ 'a kadar ısıtıldığında basınç kaç atmosfer olur?

### Genel Gaz Denklemi

Buraya kadar incelediğimiz Boyle Yasası ve Charles Yasası birleştirilerek, birleşik gaz denklemi ya da genel gaz denklemi elde edilebilir.

$$P \propto \frac{1}{V}$$

$$P \propto T$$

$$P \propto \frac{1}{V} T \Rightarrow \frac{PV}{T} = k \text{ (sabit)}$$

buna göre  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$  bağıntısı elde edilir.

Bu bağıntıya **genel gaz denklemi** denir.



**ÖRNEK 1.9)** Hacmi 150 mL olan bir kaba 27°C'ta 2 atm basınç yapan oksijen gazının sıcaklığı 127°C' a, hacmi 800 mL'ye çıkarılırsa, basıncı kaç atm olur?

**ÇÖZÜM:**

$$\begin{aligned} V_1 &= 150 \text{ mL} & V_2 &= 800 \text{ mL} \\ P_1 &= 2 \text{ atm} & P_2 &= ? \\ T_1 &= 27 + 273 = 300 \text{ K} & T_2 &= 127 + 273 = 400 \text{ K} \\ \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2 \times 150}{300} = \frac{P_2 \times 800}{400} \Rightarrow P_2 = 0,5 \text{ atm} \end{aligned}$$

**ALİŞTİRMA:** 27°C'ta 2 atm basınç yapan 400cm<sup>3</sup> hacimdeki helyum gazının basınç ve hacim değerlerinin iki katına çıkması için sıcaklık kaç °C olmalıdır?

## 1.6. KİNETİK TEORİ VE AVOGADRO HİPOTEZİ

Kinetik teoriye göre gaz molekülleri arasında etkileşim kuvvetleri yok sayılır. Bu tanecikler buldukları kabın çeperlerine çarparak gaz basıncını oluştururlar. Aynı sıcaklıktaki bütün gazların kinetik enerjileri de eşit olduğuna göre, özdeş kaplarda bulunan ve basınçları eşit olan gazların, tanecik sayılarının da eşit olması gerekir.



**Avogadro Hipotezi:** Aynı sıcaklık ve basınçta bütün gazların eşit hacimlerinde eşit sayıda tanecik (atom ya da molekül) bulunur.

Buna göre;

$n_A$  ve  $n_B \rightarrow$  A ve B gazlarının mol sayısı

$m_A$  ve  $m_B \rightarrow$  A ve B gazlarının kütleleri

$M_A$  ve  $M_B \rightarrow$  A ve B gazlarının mol kütlelerini gösterir.

Aynı koşullarda aynı hacmi dolduran gazların mol sayıları eşit olacağından;

$n_A = n_B$  dir.  $n_A = \frac{m_A}{M_A}$ ,  $n_B = \frac{m_B}{M_B}$  buradan

$\frac{m_A}{M_A} = \frac{m_B}{M_B}$  bağıntısı oluşur. Bu bağıntı kullanılarak gazların molekül

kütlesi hesaplanabilir.

**ÖRNEK 1.10)** 4 litrelik kaptaki 16 g SO<sub>2</sub> gazı bulunmaktadır. Aynı şartlarda aynı kaba SO<sub>2</sub> gazı yerine kaç gram O<sub>2</sub> gazı konulabilir? (O: 16, S:32)

**ÇÖZÜM:** Şartlar değişmediğine göre gazların hacimleri eşittir. Dolayısıyla mol sayıları da eşit olacaktır.

$$n_{\text{SO}_2} = n_{\text{O}_2}$$

$$\frac{m_{\text{SO}_2}}{M_{\text{SO}_2}} = \frac{m_{\text{O}_2}}{M_{\text{O}_2}}$$

$$m_{\text{SO}_2} = 32 + 16 \times 2 = 64 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{O}_2} = 16 \times 2 = 32 \text{ g/mol}$$

$$\frac{16}{64} = \frac{x}{32} \Rightarrow x = \frac{16 \times 32}{64}$$

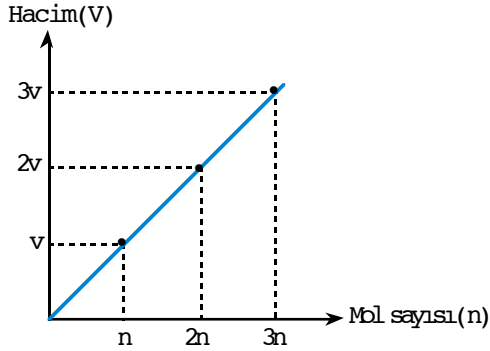
$$x = 8 \text{ g O}_2 \text{ gazı}$$

- Sabit sıcaklık ve basınçtaki bir gazın tanecik sayısı (mol sayısı) artırıldığında hacmi artar.

Buna göre;

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \text{ ya da } \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \text{ olur.}$$

Aşağıda verilen Grafik 1.4 ve Şekil 1.9 bu durumu ifade etmektedir. İnceleyiniz.



Grafik 1.4: n-V ilişkisi (sıcaklık ve basınç sabit)

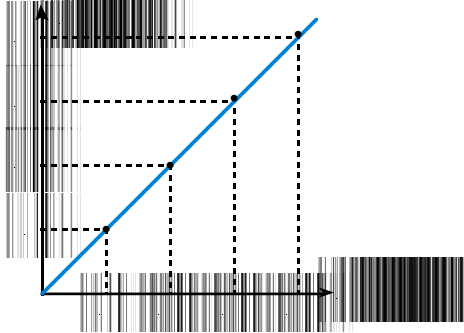


Şekil 1.9: n-V ilişkisi (sıcaklık ve basınç sabit)

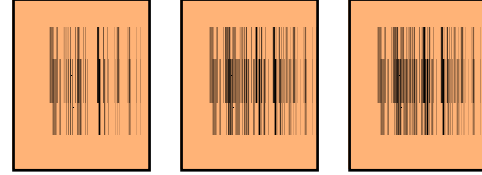
- Sabit sıcaklık ve hacimdeki bir gazın tanecik sayısı arttırıldığında basıncı artar. Bu durum

$$\frac{P_1}{n_1} = \frac{P_2}{n_2} \text{ ya da } \frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2} \text{ bağıntısı ile ifade edilebilir.}$$

Aşağıda verilen Grafik 1.5 ve Şekil 1.10 bu durumu ifade etmektedir. İnceleyiniz:



Grafik 1.5: P-n ilişkisi (sıcaklık ve hacim sabit)



Şekil 1.10: P-n ilişkisi (sıcaklık ve hacim sabit)

**ÖRNEK 1.11)** 64 gram  $O_2$  gazının 10 litre geldiği koşullarda 48 gram  $CH_4$  gazı kaç litre hacim kaplar? ( $O_2 : 32$   $CH_4 : 16$ )

$$n_{O_2} = \frac{64}{32} = 2 \text{ mol} \quad V_{O_2} = 10 \text{ L}$$

$$n_{CH_4} = \frac{48}{16} = 3 \text{ mol} \quad V_{CH_4} = ?$$

$$\frac{V_{O_2}}{V_{CH_4}} = \frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}} \Rightarrow \frac{10}{V_{CH_4}} = \frac{2}{3}$$

$$V_{CH_4} = 15 \text{ L}$$

## II. Yol

2 mol  $O_2$  10 litre hacim kaplarsa

3 mol  $CH_4$  x

$$x = 15 \text{ litre hacim kaplar.}$$

**ÖRNEK 1.12)** Sabit hacimli bir kaptaki bulunan 1 mol  $N_2$  gazı 2 atm basınç yapmaktadır. Kaba 14 g  $N_2$  eklendiğinde kaptaki basınç kaç atm olur? ( $N_2 : 28$ )

## ÇÖZÜM:

**I. durumda**

$$n_1 = 1 \text{ mol}$$

$$P_1 = 2 \text{ atm}$$

**II. durumda**

$$\text{eklenen } N_2, n_{N_2} = \frac{14}{28} = 0,5 \text{ mol}$$

$$n_2 = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ mol}$$

$$P_2 = ?$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{2}{P_2} = \frac{1}{1,5} \Rightarrow P_2 = 3 \text{ atm}$$

**1.7. İDEAL GAZ DENKLEMİ**

Doğada bulunan gazların hiçbiri ideal gaz değildir. Gerçek gazdır. İdeal gaz kavramı bir varsayımdır.



**Gaz kanunlarına ve gazlar için ileri sürülen varsayımlara (Kinetik Teoriye) uyan gazlara ideal gaz denir.**



**Gerçek gazlar, yüksek sıcaklık ve çok düşük basınçlarda ideale yakın davranırlar.**

Bir gazın basıncını etkileyen n, T, V ilişkilerini yeniden gözden geçirelim.

$P \propto n$  (V, T sabit) Avogadro yasası

$P \propto T$  (n, V sabit) Gay- Lussac Yasası

$P \propto \frac{1}{V}$  (n, T sabit) Boyle-Mariotte Yasası

Bu kanunların hepsi bir arada ifade edilecek olursa

$P \propto n \frac{1}{V} T$  şeklinde yazılabilir. ( $\alpha$  = doğru orantılı değişim)

Bu orantılı değişimi eşitliğe çevirmek için bir kat sayı kullanılırsa;

**$PV = n RT$  İdeal gaz denklemi oluşur.**



**İdeal gaz denklemindeki R, ideal gaz sabitidir. Normal şartlar altında ( $0^\circ\text{C}$  ve 1 atm basınç koşullarında) 1 mol gaz için R sabitinin değeri;**

$$R = \frac{PV}{nT} \Rightarrow R = \frac{1 \text{ atm} \times 22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol} \times 273 \text{ K}} \Rightarrow R = 0,082 \text{ atm L/mol K'dir.}$$

İdeal gaz denkleminde;

P = Atmosfer türünden basınç

V= Litre olarak hacim

n = mol sayısı

T = Mutlak sıcaklık (K)

R = Gaz sabiti (0,082) dir.

**ÖRNEK 1.13)** 1 mol gaz 0°C sıcaklıkta 5,6 litre hacim kapladığına göre, basıncı kaç atmosferdir?

**ÇÖZÜM:**

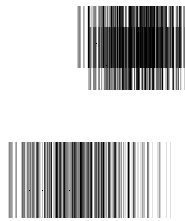
$$\begin{aligned} n &= 1 \text{ mol} \\ V &= 5,6 \text{ L} \\ T &= 0 + 273 = 273 \text{ K} \\ P &= ? \end{aligned} \quad \begin{aligned} P V &= n R T \\ P \times 5,6 &= 1 \times 0,082 \times 273 \\ P &= \frac{1 \times 0,082 \times 273}{5,6} = \frac{22,4}{5,6} = 4 \text{ atm} \end{aligned}$$

**ÖRNEK 1.14)** 27°C'ta 4,1 litrelik kaba 3 atmosfer basınç yapan O<sub>2</sub> gazı kaç gramdır? (0 : 16, R = 0,082)

**ÇÖZÜM:**

$$\begin{aligned} P &= 3 \text{ atm} \\ V &= 4,1 \text{ L} \\ T &= 27 \times 273 = 300 \text{ K} \end{aligned} \quad \begin{aligned} P V &= n R T \\ 3 \times 4,1 &= n \times 0,082 \times 300 \\ n &= \frac{3 \times 4,1}{0,082 \times 300} \\ n &= 0,5 \text{ mol O}_2 \\ 1 \text{ mol O}_2 &= 16 \times 2 = 32 \text{ g'dır.} \\ 1 \text{ mol O}_2 & \quad 32 \text{ g} \\ 0,5 \text{ mol O}_2 & \quad x \\ \hline x &= \frac{0,5 \times 32}{1} = 16 \text{ g} \end{aligned}$$

**ÖRNEK 1.15)**



Şekilde, hacmi V, mutlak sıcaklığı T, basıncı P yoğunluğu d olan bir gazın sıcaklığı 2 T ye çıkarılırsa

- Kaptaki basınç
- Gaz hacmi
- Moleküllerin kinetik enerjisi
- Gaz yoğunluğu
- P V değeri nasıl değişir?

**ÇÖZÜM:**

- Piston hareketli olduğundan basıncı sabit kalır.
- Mutlak sıcaklık iki katına çıktığından hacim 2 katına çıkar 2V olur.
- Mutlak sıcaklık iki katına çıktığından kinetik enerji iki katına çıkar.

d) Kaptaki gaz miktarı sabittir. T sıcaklığında hacim V olduğundan  $d_1 = \frac{m}{V}$  dir.

Sıcaklık 2T'ye çıktığında hacim 2V olduğundan  $d_2 = \frac{m}{2V}$  olur, gaz yoğunluğu yarıya düşer.

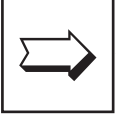
e) Mutlak sıcaklık iki katına çıktığında, piston hareketli olduğundan gazın basıncı değişmez. Gazın hacmi iki katına çıkar.

PV = nRT denkleminde görüldüğü gibi, gaz hacmi iki katına çıktığından basınç ile hacim çarpımının (PV) değeri de iki katına çıkar.

İdeal gaz denkleminde mol sayısı (n) yerine  $\frac{m}{M_A}$  yazılacak olursa

$$P V = n R T \Rightarrow P V = \frac{m}{M_A} R T \Rightarrow P M_A = \frac{m}{V} R T$$

$d = \frac{m}{V}$  olduğundan  $P M_A = d R T$  denklemi elde edilir.



Bu formülde öz kütle (d) nin birimi g/L'dir.

**ÖRNEK 1.16)** O<sub>2</sub> gazının NŞA'ki öz kütlelerini bulunuz (O<sub>2</sub> : 32 g/mol)

**ÇÖZÜM:** NŞA  $t=0^\circ\text{C}$   $T=0+273=273\text{ K}$   $P=1\text{ atm}$   $R=\frac{22,4}{273}$

$$P M_A = d R T \Rightarrow 1 \times 32 = d \times \frac{22,4}{273} \times 273$$

$$d = \frac{32}{22,4} \Rightarrow d = 1,43\text{ g/L}$$

### Dalton'un Kısmî Basınçlar Kanunu



Kapalı bir kapta bulunan ve birbirleriyle tepkimeye girmeyen gazların oluşturduğu karışımlardaki her bir gazın, kendi mol sayısı oranında uyguladığı basınca o gazın kısmî basıncı denir.



Bir gazın kısmî basıncı, o gazın kapta yalnız başına bulunması hâlinde uygulayacağı basınca eşittir.



Bir gaz karışımının toplam basıncı, bu karışımı oluşturan gazların kısmî basınçlarının toplamına eşittir.

V hacimli kaptaki birbiriyle tepkime vermeyen A, B, C gibi farklı gazlar bulunsun. Bu kaptaki her bir gazın;

kısmî basıncı  $P_A, P_B, P_C$

mol sayısı;  $n_A, n_B, n_C$

kaptaki toplam basınç ( $P_T$ );  $P_T = P_A + P_B + P_C$

kaptaki toplam mol sayısı ( $n_T$ );  $n_T = n_A + n_B + n_C$  olacaktır.

Kaptaki herbir gazın kısmî basıncı, örneğin A gazı için ideal gaz denklemi yazılıp, kaptaki toplam basınca oranlanırsa;

$$\frac{P_A V}{P_T V} = \frac{n_A R T}{n_T R T} \quad V, T \text{ Sabit}$$

$$\frac{P_A}{P_T} = \frac{n_A}{n_T} \Rightarrow P_A = P_T \frac{n_A}{n_T} \text{ bağıntısı elde edilir. } \frac{n_A}{n_T} : A \text{ gazının mol kesridir.}$$

Benzer şekilde diğer gazların kısmî basınçlarını yazacak olursak

$$P_B = P_T \frac{n_B}{n_T} \quad P_C = P_T \frac{n_C}{n_T} \text{ olur.}$$



*Yukarıdaki bağıntılardan da anlaşılacağı gibi, bir gaz karışımında yer alan herhangi bir gazın mol kesri arttıkça kısmî basıncı da artar.*

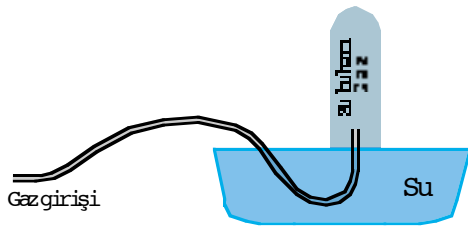
**ÖRNEK 1.17)** Kapalı bir kaptaki 2 mol He ve 4 mol  $CO_2$  gazı varken kaptaki basınç 3 atm'dir. Buna göre He ve  $CO_2$  gazlarının kısmî basınçları kaç atmosferdir?

**ÇÖZÜM :**  $P_T = 3 \text{ atm} \quad n_T = 2 + 4 = 6 \text{ mol}$

$$P_{He} = P_T \frac{n_{He}}{n_T} \Rightarrow P_{He} = 3 \times \frac{2}{6} \Rightarrow P_{He} = 1 \text{ atm}$$

$$P_{CO_2} = P_T \frac{n_{CO_2}}{n_T} \Rightarrow P_{CO_2} = 3 \times \frac{4}{6} \Rightarrow P_{CO_2} = 2 \text{ atm}$$

### Gazların Su Üstünde Toplanması



**Şekil 1.11:** Su içine daldırılmış tüp içine başka bir gaz yollanışı

Su ve diğer sıvılar her sıcaklık derecesinde az ya da çok buharlaşır. Sıvı buharı da diğer gazlar gibi içinde buldukları kaba basınç uygular.

Şekil 1.11'de görülen tüpe ince bir plâstik boru aracılığı ile herhangi bir gaz yollanırsa, tüp içindeki toplam gaz basıncı, su buharının ve yollanan gazın basıncı toplamına eşittir.

$$P_T = P_{su} + P_{gaz}$$



*Kendi sıvısı üzerinde toplanan buharın basıncı yalnız sıcaklık ile değişir. Sıcaklık arttırıldığında sıvı buharının basıncı da artar. Hacimdeki değişmeler sıvı buharının basıncını etkilemez. Eğer sıvı üzerinde başka bir gaz daha varsa, bu gaz diğer gaz kanunlarına uyar.*

### ÖRNEK 1.18)

$N_2(g)$   
 $H_2O(g)$

$H_2O(s)$

Şekilde verilen V hacimli kaptta  $29^\circ C$ 'ta su üzerinde bir miktar  $N_2$  gazı varken kaptaki toplam basınç 430 mm Hg olarak ölçülmüştür. Kap hacmi piston aracılığı ile yarıya düşürülürse kaptaki toplam basınç kaç mm Hg olur?

(Suyun  $29^\circ C$ 'taki buhar basıncı 30 mm Hg'dır.)

### ÇÖZÜM:

Kaptaki toplam basınç  $P_T = 430$  mm Hg'dır.

$P_T = P_{su} + P_{N_2}$  bağıntısından  $N_2$ 'un kısmî basıncı bulunabilir.

$$430 = 30 + P_{N_2} \Rightarrow P_{N_2} = 400 \text{ mm Hg}$$

Kap hacmi yarıya indirildiğinde ( $T = \text{sabit}$ ) su buharının basıncı değişmez,

$N_2$  gazının basıncı iki katına çıkar. Bu durumda

$$P_T = 2 \times 400 + 30 \Rightarrow P_T = 830 \text{ mm Hg olur.}$$



## ÖĞRENDİKLERİMİZİ PEKİŞTİRELİM

- Aşağıda verilen olayların nedenini Kinetik Teoriye göre açıklayınız.
  - Havanın homojen bir karışım olması
  - Odaya sıkılan bir oda spreyinin kokusunun odanın her yanına yayılması
  - İki balondan birine He, diğerine  $\text{SO}_2$  gazı doldurulup ağzı açık bırakıldığında, helyum ile dolu balonun daha önce inmesi
- Deniz kenarında şişirilen bir balon, yüksek bir dağın tepesine çıkarıldığında şişkinliği artar. Niçin? (Sıcaklık değişimini ihmal ediniz)
- Açık hava basıncının 76 cm Hg olduğu bir ortamda aşağıda verilen her bir manometredeki gaz basıncını atmosfer cinsinden bulunuz.

4.

Şekildeki manometrede cıva yerine su konulsaydı h yüksekliği kaç cm olurdu?  
 $d_{\text{cıva}} = 13,6 \text{ g/cm}^3$   $d_{\text{su}} = 1 \text{ g/cm}^3$

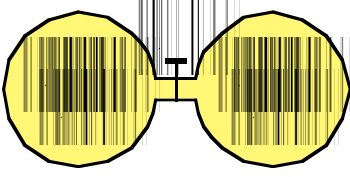
5.

Şekildeki gösterilen ince cam borudaki bölmeler eşittir.

Bu cam borunun uçlarından aynı anda  $\text{H}_2$  ve  $\text{O}_2$  gazları yollandığında, bu gazlar hangi bölmede karşılaşır? ( $\text{H}_2 : 2$  ,  $\text{O}_2 : 32$ )

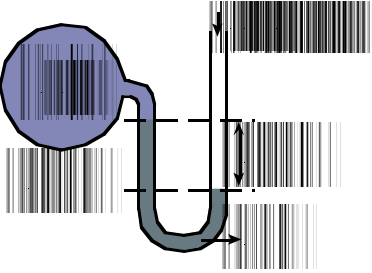
- $\text{CH}_4$  gazının yayılma hızı aynı şartlardaki  $\text{XO}_2$  gazının 2 katı olduğuna göre X'in atom kütlesi nedir? ( $\text{CH}_4 : 16$  ,  $\text{O} : 16$ )

7.



Şekilde gösterilen kapları birleştiren M musluğu sıcaklık değiştirilmeden açılıyor. Buna göre kaptaki basınç kaç atm olur?

8.



Şekilde gösterilen manometredeki gazın sıcaklığı  $27^{\circ}\text{C}$ 'tan  $127^{\circ}\text{C}$  a çıkarıldığında cıva seviyeleri farkı kaç cm olur?

9. Hareketli pistonda sıcaklığı  $27^{\circ}\text{C}$  olan gazın hacmi 2 litredir. Gazın sıcaklığı  $327^{\circ}\text{C}$ 'a çıkarıldığında hacmi kaç litre olur?

10.  $0^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta, 38 cm Hg basınç yapan 16 gram  $\text{O}_2$  gazının hacmi kaç litredir? ( $\text{O}_2 : 32$ )

11. Hacmi 2 litre olan bir kaptaki  $27^{\circ}\text{C}$ 'ta 2,8 g  $\text{N}_2$ , 0,2 mol He ve  $18,06 \times 10^{22}$   $\text{CH}_4$  molekülü vardır.

Buna göre;

- a) Kaptaki toplam basınç kaç atm'dir?
- b) Her bir gazın kısmî basıncı nedir? ( $\text{N}_2 : 28$ )

12. Kapalı bir kaptaki  $23^{\circ}\text{C}$ 'ta bir miktar  $\text{O}_2$  gazı su üstünde toplanmıştır. Kaptaki toplam basınç 621,1 mm Hg olduğuna göre

- a)  $\text{O}_2$  gazının kısmî basıncı nedir?
- b) Kap hacmi iki katına çıkarılırsa kaptaki toplam basınç ne olur? ( $23^{\circ}\text{C}$ 'ta suyun buhar basıncı 21,1 mm Hg'dir.)



## ÖZET

- Gazları oluşturan tanecikler arasında çekim kuvvetleri yok denecek kadar az olduğundan, tanecikler arası uzaklık çok büyüktür. Bu nedenle gazlar buldukları kabın hacmini doldururlar, sıkıştırılabilirler ve genişletilebilirler.
- Kinetik teori gazların davranışlarında görülen düzenlilikleri genel olarak açıklayabilmek için geliştirilmiş bir modeldir.
- Kinetik teoriye uyan gazlara ideal gaz denir.
- Doğada hiç bir gaz ideal olmayıp, gerçek gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçlarda ideale yakın davranırlar.
- 1 mol gaz NŞA 22,4 litre hacim kaplar.
- Gazlar birbirleriyle her oranda karışarak homojen karışımlar oluştururlar.
- Bir gazın başka bir gazın tanecikleri arasına ya da boşluğa yayılmalarına difüzyon denir. Aynı sıcaklıkla iki farklı gazın difüzyon hızı molekül kütlelerinin karekökü ile ters orantılıdır.
- Gaz basıncı, moleküllerin içinde bulunduğu kabın çepelerine çarpmasından ileri gelir. Birim yüzeye düşen molekül sayısı ile gaz basıncı doğru orantılıdır.
- Açık hava basıncını ölçen alete barometre, kapalı kaptaki gaz basıncını ölçen alete manometre denir.
- Sabit sıcaklıktaki belirli miktar gazın hacmi ile basıncı ters orantılıdır.
- Sabit basınçta ısıtılan bir gazın hacmi, mutlak sıcaklık ile doğru orantılıdır.
- Sabit hacimde ısıtılan belirli miktardaki bir gazın mutlak sıcaklığı ile basıncı doğru orantılıdır.
- Miktarı sabit olan bir gazın basınç, hacim ve mutlak sıcaklığı değişimlerini ifade eden denkleme genel gaz denklemi denir.
- Sabit basınçtaki bir gazın mol sayısı ile hacmi, sabit hacimdeki bir gazın mol sayısı ile basıncı doğru orantılıdır.
- Kapalı bir kapta gaz karışımını oluşturan gazlardan birinin mol kesri oranında tek başına uyguladığı basınca, o gazın kısmî basıncı denir.
- Kendi sıvısı üzerinde toplanmış bir gazın basıncı, hacim değişikliğinden etkilenmez. Sıvıların buhar basınçları yalnız sıcaklıkla değişir.



## DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Sabit hacimli bir kapta bulunan gazın mutlak sıcaklığı iki katına çıkarıldığında aşağıdakilerden hangisi yanlış olur?

- A) Taneciklerin kinetik enerjisi iki katına çıkar.
- B) Kaptaki basınç iki katına çıkar.
- C) Gaz yoğunluğu iki katına çıkar.
- D) Çepere çarpan molekül sayısı iki katına çıkar.

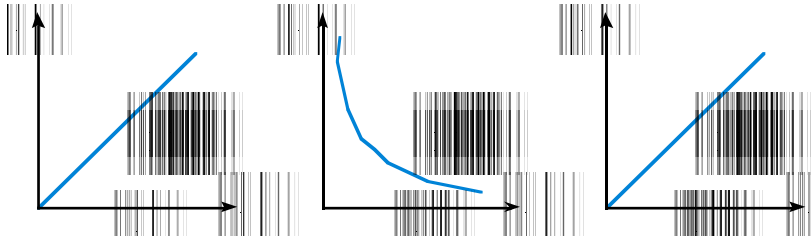
2. Aşağıdakilerden hangisi bir gazın basıncını etkilemez?

- A) Sıcaklık
- B) Kabin hacmi
- C) Moleküllerin sayısı
- D) Moleküldeki atomların sayısı

3. V hacimli kaptaki X gazı, aynı sıcaklıkta 2V hacimli kaptaki Y gazı ile aynı basıncı yapmaktadır. Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) X ve Y nin tanecik sayısı eşittir.
- B) X ve Y nin kinetik enerjileri eşittir.
- C) Y in tanecik sayısı X nin iki katıdır.
- D) Aynı sıcaklıkta ikisinin de hacimleri yarıya düşürülürse basınç değerleri yine eşit olur.

4. Gazlara ilişkin olarak çizilen aşağıdaki grafiklerden hangileri doğrudur?



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

5. Sabit basınçlı bir kapta bulunan gazın hacmi zamanla artmaktadır. Buna göre;

- I. Gazın sıcaklığı artmıştır.
- II. Kaptaki gaz moleküllerinin sayısı artmıştır.
- III. Gaz moleküllerinin hızı artmıştır.

Olaylarından hangileri gerçekleşmiş olabilir?

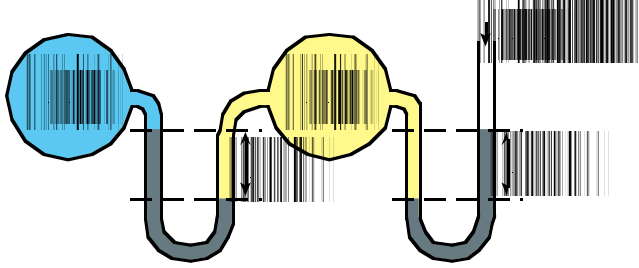
- A) I,II, III
- B) I ve II
- C) II ve III
- D) I ve III

6. Yayılma hızı helyum gazının  $\frac{1}{4}$ 'ü olan gaz aşağıdakilerden hangisidir?

(O: 16, S : 32, N : 14)

- A) O<sub>2</sub>      B) SO<sub>2</sub>      C) SO<sub>3</sub>      D) N<sub>2</sub>

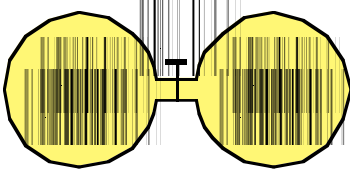
7.



Şekildeki düzenekte birbirine bağlı olarak verilen manometrelerdeki A gazının basıncı kaç cm Hg'dır.

- A) 75      B) 80      C) 85      D) 90

8.



Şekildeki kapları birbirine bağlayan M musluğu sabit sıcaklıkta açıldığında kaptaki basınç kaç atm olur?

- A) 2,6      B) 3      C) 3,6      D) 6

9. 6,72 litrelik bir yangın söndürücüde bulunan 13,2 g CO<sub>2</sub> gazı 0°C'ta kaç atm basınç yapar? (CO<sub>2</sub> : 44)

- A) 1      B) 1,5      C) 2      D) 2,5

10. 6 gram C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> gazı 27°C'ta 3 L'lik kaba kaç atm basınç uygular? (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> : 30)

- A) 0,64      B) 1,64      C) 2,64      D) 3,64

11. 0°C'ta öz kütlesi 0,8 g/L olan bir X gazının basıncı 0,224 atm olduğuna göre bu gazın molekül kütlesi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 60      B) 70      C) 80      D) 90

12. Sabit hacimli bir kapta 0,5 mol CH<sub>4</sub>, 6,02x10<sup>22</sup> molekül O<sub>2</sub> ve 1,6 g He gazı varken kaptaki toplam basınç 1 atm dir. Buna göre karışımdaki He gazının kısmî basıncı nedir?(He: 4)

- A) 0,2      B) 0,4      C) 0,6      D) 0,8

