

ÜNİTE 6

Gazlar

Amaçlar

Bu üniteyi çalıştıktan sonra,

- Maddenin diğer hallerine göre gazların farklılığını ve yaşamımızdaki önemini kavrayacak,
- Gazların gözlenen fiziksel özelliklerinin kinetik teori ile açıklanışını öğrenecek,
- Gazlarda basınç-hacim ilişkisini kavrayacak,
- Gazların hacimlerinin sıcaklıkla nasıl değiştiğini öğrenecek,
- Genel gaz denklemini ve ideal gaz eşitliğini tanıyacak,
- Gazların difüzyonuna ilişkin kuralları kavrayacak,
- Gazların sıvılardaki çözünürlüğüne basıncın etkisini kavrayacak,
- Gaz karışımlarının basıncına ilişkin yasayı öğrenecek,

İçindekiler

- Giriş
- Gazların Fiziksel Özellikleri ve Kinetik Teori
- Gaz Yasaları
- Gazların Difüzyonu ve Graham Yasası
- Gazların Çözünürlüğü ve Henry Yasası
- Gaz Karışımları ve Dalton Yasası
- Solunum Gazlarının Vücudumuzda Taşınımı ve Difüzyon
- Gazların Yer Aldığı Reaksiyonlarda Stokiyometri

Öneriler

- Üniteye size sorulan sorular ile ünite sonunda verilen değerlendirme sorularını mutlaka çözünüz.
- Soruların çözümünü için gerekli atom ağırlığı değerlerini kitabın arkasındaki Ek 1'de bulabilirsiniz.
- Stokiyometrik hesaplamalar için **Ünite 5** 'in ilgili bölümlerini gözden geçiriniz.

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi maddeler doğada **katı**, **sıvı** veya **gaz** hallerinden birinde bulunurlar. Bir maddenin bu hallerden birinde bulunması **sıcaklık** ve **basınca** bağlıdır. Örneğin **su**, 1 atmosfer basınç altında, **0°C** den düşük sıcaklıklarda **katı halde** (buz), **0°C ile 100°C** arasında sıvı ve **100°C** nin üzerinde de **gaz** halinde bulunur.

Katı haldeki maddelerin **belirli bir hacim** ve biçimleri varken, **sıvıların hacimleri belirli** olup **biçimleri** buldukları kaba göre **değişir**. Oysa **gazların** ne **hacimleri** ne de **biçimleri** belirli **olmayıp**, buldukları kabın hacim ve biçimini alırlar.

Yerküre üzerinde soluk alıp veren her canlı, dünyayı çepeçevre saran ve ismine **atmosfer** dediğimiz, yerden yaklaşık 1000 kilometre yüksekliğe kadar çıkan bir gaz okyanusu içinde yaşamaktadır. Bu gaz okyanusunu oluşturan hava bir gaz karışımıdır. Öte yandan sprelerde, balonlarda, araçların lastiklerinde ve frenleme düzenlerinde, mutfaklardaki tüpgazlarda v.b. gazlar insanlarca uzun zamandır kullanılmaktadır. Maddenin gaz halinin yaşamımızda önemli bir yeri vardır. Bu ünitenin konusunu da genel özellikleriyle gazlar oluşturmaktadır.

2. GAZLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ VE KİNETİK TEORİ



Gazlar neden buldukları kabın hacmini ve biçimini alırlar?

Bu sorunun yanıtlanması ve gazların gözlenen fiziksel özelliklerinin açıklanması kinetik teori ile epeyce kolaydır.

Gaz halindeki maddeler en küçük düzeyde ya **atomlardan** (helyum, neon v.b. soygazlar) ya da **moleküllerden** (azot, oksijen, karbon dioksit, amonyak v.b.) oluşur. İster atom isterse molekül olsun bunlar "**gaz tanecikleri**" olarak adlandırılabilir.

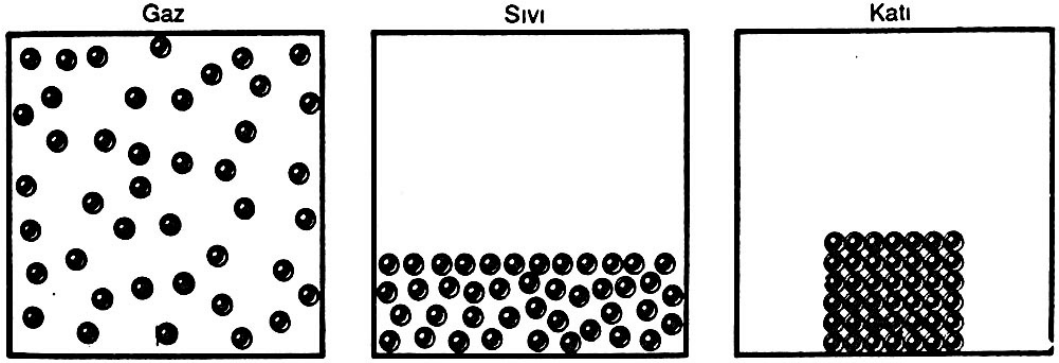
Gaz tanecikleri buldukları ortamda tamamen **rastgele** bir şekilde, **çok hızlı** (oda sıcaklığında saatte yaklaşık 1600 kilometre) **hareket** ederler. Bu özellikleri "gazların kinetik teorisine" temel oluşturur.

Aslında kinetik teori **ideal bir gazın** davranışlarını açıklar. İdeal bir gazın, tanecikleri arasında hareketliliklerini etkileyecek kuvvetlerin hiç bulunmadığı varsayılır. Oysa gerçek

gazlar her zaman teoriye uygunluk göstermeyebilirler. Özellikle çok **yüksek basınç** veya çok **düşük sıcaklık** koşullarındaki gazlar teoride öngörülen özelliklerden **sapma** gösterirler. Ancak bunların dışındaki **ılımlı koşullarda** gerçek gazların, belirli bir yaklaşıklıkla, **ideal gazlar** gibi davrandıklarını söyleyebiliriz.

Bilinen (gerçek) gazların davranışlarına ilişkin uzun süren gözlem ve ölçümler sonucunda bilim adamları gazların davranışlarını anlamayı kolaylaştıran kinetik teoriyi geliştirmişlerdir. Bu teoride öngörülen kabuller aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

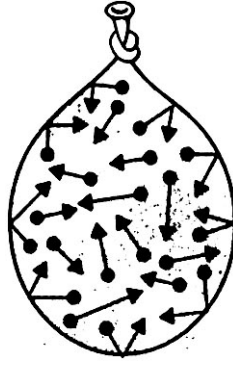
1. Maddenin **katı** halinde, tanecikler arasında **etkileşim en yüksek** derecede olup, genel olarak, **katı hal maddenin en yoğun halidir**. Sıvı haldeki madde tanecikleri arasındaki **etkileşme katılara göre daha zayıf** olup, sıvı taneciklerinin hareketine elverişte ancak **birbirlerinden fazla uzaklaşmalarını da engellemektedir** (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Aynı maddenin üç farklı halinde tanecikler arasındaki uzaklık ve göreceli yoğunluklar.

Kinetik teoriye göre gaz tanecikleri birbiriyle etkileşmeyen, **yani aralarında çekme ve itme olaylarının söz konusu olmadığı bağımsız parçacıklar** olarak kabul edilir. Bu yüzden **gaz tanecikleri arasındaki uzaklık, taneciklerin kendi büyüklüklerine oranla çok fazladır**. Bu olgu havada yol almanın sudakine göre neden daha kolay olduğunu yeterince açıklamaktadır.

2. Gaz tanecikleri **birbirleriyle** veya buldukları **kabın çeperleri** ile çarpışmaya kadar **her yönde** ve çok **hızlı doğrusal hareketler** yaparlar. Bu nedenle **gaz tanecikleri** buldukları kabın tamamına **yayılar** ve **kabın biçimini** alırlar (Şekil 6.2).



Şekil 6.2. Gaz taneciklerinin buldukları kap içindeki hareketleri.

3. Gaz taneciklerinin yaptıkları **çarpışmalar** tümüyle **esnek** olup, çarpışmada herhangi bir **enerji kaybı yoktur**. Böylece çarpışan tanecikler önceki hızları ile başka bir doğrultuda hareketlerini sürdürürler.
4. Gaz taneciklerinin kinetik enerjileri **sıcaklıkla (T)** değişir. Gaz **ısıtıldığında** tanecikler çok **daha hızlı** hareket ederken, **soğutuldukça hızları düşer**. Teorik olarak, **belirli bir sıcaklığa** inilebildiğinde de **tüm hareketler durur**. Bu sıcaklık **mutlak sıfır** olarak bilinir ve **$-273,15^\circ\text{C}$ ya da 0 K (Kelvin)** değerindedir.

Bir gazın **mutlak sıcaklığı** $^\circ\text{C}$ cinsinden sıcaklığına **273,15** eklenerek bulunur ve **K cinsinden** verilir.

(Ancak çok duyarlı sonuçların gerekmediği durumlarda $^\circ\text{C} + 273$ işlemi ile mutlak sıcaklık bulunabilir. Elinizdeki kitapta da bu yol izlenecektir).

Örnek 6.1: Sodyum klorür **801°C** de erimekte ve **1465°C** de kaynamaktadır. Bu sıcaklıkların Kelvin cinsinden değerleri nedir?

Çözüm 6.1: Verilen bilgilere göre sodyum klorür **$801 + 273 = 1074\text{ K}$** 'de erir ve **$1465 + 273 = 1738\text{ K}$** 'de kaynar.

3. GAZ YASALARI

Gazları ele alan uzun çalışmalar sonucunda, bunların davranışlarını açıklayabilecek bir takım yasalar geliştirilmiştir. Bu yasalardan ya da bunları ifade eden eşitliklerden habersiz herhangi biri de, günlük yaşamında etkilerine tanık olmaktadır. Örneğin pek çok kişi bir aerosol kutusunun ısıtıldığında patlayabileceğini bilir. Ya da kapağı açılan bir gazoz şişesinden köpürme ile çıkan gaz kabarcıklarını ve oluşan sesi bilmeyenimiz yoktur.

Gaz yasalarına geçmeden önce, tüm bu yasalarda adı geçen gaz basıncından biraz söz etmekte yarar vardır.

Gaz Basıncı (P) ve Ölçümü :

Kinetik teoriden, gaz taneciklerinin buldukları kap içerisinde her yönde çok hızlı ve sürekli hareket ettiklerini biliyorsunuz. Bu şekilde **kabın çeperlerine milyarlarca gaz taneciğinin çarpması gaz basıncının nedenidir.**

Fizik dersinden anımsayabileceğiniz gibi, **basınç birim alana uygulanan kuvvettir. Gazların basıncı** ise genelde **atmosfer** (kısaca atm) veya **santimetre ya da milimetre** cinsinden **cıva sütunu yüksekliği** (cm Hg ve mmHg) ile birimlendirilir.

Atmosfer, 0°C Sıcaklıkta deniz düzeyinde **76 cm (760 mm)** yükseklikte cıva sütununu sağlayan basınç olup, standart atmosfer basıncı "**1 atmosfer**" olarak tanımlanır. Öte yandan gaz basıncı ölçümlerinde **mm Hg** (ya da bir başka adı ile **torr**) da sık kullanılan bir birim olup,

$$1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ torr} = \frac{1}{760} \text{ atm dir.}$$

O halde **76 cmHg = 760 mmHg = 760 torr = 1 atm** olup, sıcaklığı **0° C** ve basıncı **1 atm** olan gazlara "**standart koşullardaki gazlar**" denir.

Örnek 6.2: Aşağıdaki basınçları karşılığında verilen birimler cinsinden bulunuz.

$$0,50 \text{ atm} = ? \text{ cm Hg}$$

$$190 \text{ mm Hg} = ? \text{ atm}$$

$$1,25 \text{ atm} = ? \text{ torr}$$

$$228 \text{ cm Hg} = ? \text{ atm}$$

Çözüm 6.2: Yukarıda verilen bilgileri kullanarak,

$$0,50 \text{ atm} = 0,50 \text{ atm} \times \frac{76 \text{ cm Hg}}{1 \text{ atm}} = 38 \text{ cm Hg}$$
$$190 \text{ mm Hg} = 190 \text{ mm Hg} \times \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} = 0,25 \text{ atm}$$
$$1,25 \text{ atm} = 1,25 \text{ atm} \times \frac{760 \text{ torr}}{1 \text{ atm}} = 950 \text{ torr}$$
$$228 \text{ cm Hg} = 228 \text{ cm Hg} \times \frac{1 \text{ atm}}{76 \text{ cm Hg}} = 3 \text{ atm}$$

sonuçları bulunur.



342 mmHg değerinde basınca sahip bir gazın, cm Hg ve atm cinsinden basıncı nedir?

Yanıt : 34,2 cm Hg ve 0,45 atm

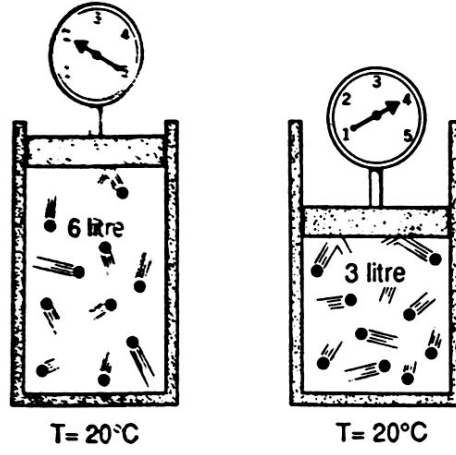
3.1. Boyle Yasası



Bir gazın basıncının hacmi ile nasıl bir ilişkisi vardır?

Bu sorunun yanıtını araştıran 17. yüzyıl İngiliz kimyacılarından **Robert Boyle**, sıcaklığın aynı kalması koşulu ile, belirli miktardaki bir gazın hacminin (**V**), basıncıyla (**P**) **ters orantılı** değiştiğini bulmuştur. Yani **hacim artırıldığı** takdirde **basınç azalmakta**, aksine **hacim azaltıldığında** da **basınç artmaktadır** (Şekil 6.3). Kinetik teoriye göre bu durum hiç de şaşırtıcı değildir. Çünkü bir gazın **hacmi küçültüldüğünde, taneciklerin hareket edebilecekleri boşluk da azalmakta** ve kabın çeperlerine çok daha **sık çarpılmaktadırlar**. Bu ise **basıncın artması** anlamına gelir.

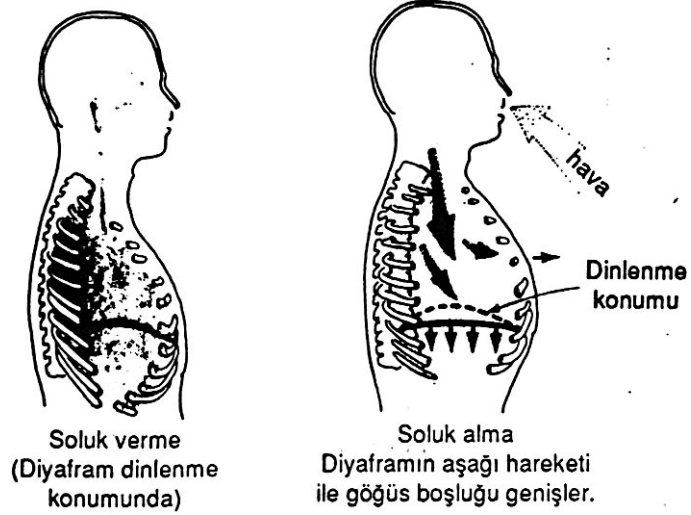
Şekil 6.4'de de görülebileceği gibi, bir insanın soluk alıp vermesi de bu basınç-hacim ilişkisine örnek bir olaydır. **Soluk aldığımızda** diyaframın aşağı doğru kasılması ile **göğüs boşluğumuzun hacmi artmaktadır**. **Hacimdeki bu artış** içerdeki basıncın normal atmosfer basıncının **3 torr** kadar altına **düşmesine** yol açar. Vücudun **dışındaki hava, daha büyük bir basınca** sahip olduğundan, kendiliğinden akciğerlere dolar.



Şekil 6.3. Boyle Yasası (Basınç - hacim ilişkisi).

Bir gaz daima **yüksek basınçlı** bir bölgeden **düşük basınçlıya doğru** yer değiştirir.

Soluk verdiğimizde ise diyafram yine dinlenme konumuna döner ve **göğüs boşluğumuz normal büyüklüğünü** alır. **Hacimdeki bu azalma** ile akciğerlerdeki havanın basıncı, yine 3 torr kadar, **artar** ve bu da **soluğun vücuttan çıkmasını** sağlar. Genellikle farkında olmaksızın, bütün bu işlemlerle dakikada yaklaşık oniki kez, yarım litre civarındaki havayı alıp vermekteyiz.



Şekil 6.4 . Soluk alıp verme sürecinde gazların basınç-hacim ilişkisi.

Basınçla hacim arasındaki bu ters orantılı ilişki "**Boyle yasası**" olarak bilinir ve matematiksel olarak şöyle ifade edilir.

Sabit sıcaklıkta $PV = k$ (k orantı sabitidir) .

(6.1)

Ya da bir gazın iki ayrı koşuldaki basınç ve hacmi arasında,

Sabit sıcaklıkta $P_1 V_1 = P_2 V_2$

(6.2)

eşitliği geçerlidir.

Örnek 6.3: Bir deney sonucunda **710 mm Hg** basınçlı bir ortamda **304 ml** gaz toplanmıştır. Bu gazın sıcaklığı ve miktarı aynı kalması koşulu ile standart atmosfer basıncında kaplayacağı hacim kaç ml olur?

Çözüm 6.3: Gazın ilk basıncı (P_1) **710 mm Hg** ve ilk hacmi (V_1) **304 ml**, hesaplanması istenen ortamdaki basıncı (P_2) **760 mm Hg** ve hacmi de V_2 olarak alınırsa, (6.2) eşitliğinden,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{ve} \quad V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} \quad \text{'den}$$

$$V_2 = \frac{710 \text{ mm-Hg} \times 304 \text{ ml}}{760 \text{ mm-Hg}} = 284 \text{ ml}$$

bulunur. Görüldüğü gibi gazın basıncı **760-710 = 50 mm Hg** artırıldığında, hacmi **304-284 = 20 ml** azalmıştır.



Belirli miktarda neon gazı bulunduğu kaptan 0,80 atm basınca sahip iken, sıcaklık ve kütlesi değiştirilmeksizin 520 ml hacimli bir kabın alınıyor ve yeni basıncı 1,05 atm olarak ölçülüyor. Buna göre ilk kabın hacmi kaç ml 'dir?

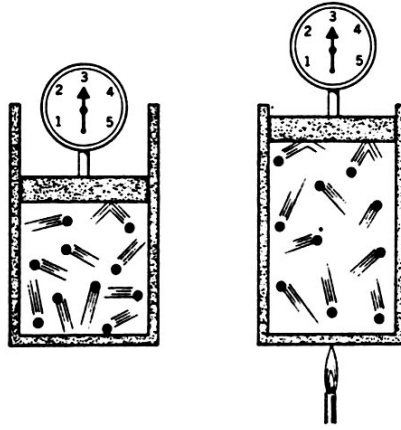
Yanıt : 682,5 ml

3.2. Charles Yasası



Acaba gazların hacmi sıcaklık değişiminden nasıl etkilenir?

Fransız bilgini **Jacques Charles**, 19. yüzyılın başlarında bu konuda yaptığı araştırmalarda, basıncı sabit tutulan bir gazın **hacminin** mutlak **sıcaklığı** ile **doğru orantılı** değiştiğini bulmuştur. Yani **sıcaklığı artırılan bir gazın hacmi de artar** (Şekil 6.5). Belirli miktarda bir gaz sabit basınçta tutularak ısıtıldığında, gaz taneciklerinin kinetik enerjileri ve hızları artacağı için, tanecikler daha büyük bir hacme yayılarak basıncın değişmemesini sağlarlar.



Aksine gaz soğutulduğunda; tanecikler yavaşlayacağı için, bu kez de aynı basıncı uygulayabilmeleri daha küçük bir hacim içerisinde bulunmalarını gerektirir.

Şekil 6.5. Basıncı ve miktarı sabit tutulan bir gazın ısıtılmasıyla hacminin değişimi.

Charles yasası matematiksel olarak şöyle ifade edilir :

$$\text{Sabit basınçta } V = kT \quad (\text{k orantı sabitidir}) \quad (6.3)$$

Veya iki ayrı koşuldaki hacim ve sıcaklık değerleri arasında,

$$\text{Sabit basınçta} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (6.4)$$

eşitliği geçerlidir.

Eşitlik (6.4) 'deki **V_1 ve T_1** **başlangıçtaki** hacim ve sıcaklık (mutlak sıcaklık yani kelvin cinsinden) iken **V_2 ve T_2** **son** hacim ve sıcaklığı ifade eder.

Örnek 6.4: Bir miktar He gazı bir lastik balona **25°C** de doldurulduğunda balonun hacmi **2,5** litre olarak ölçülüyor. Basıncın değişmediği deney ortamının sıcaklığı **0°C** ye düşürüldüğünde balonun hacmi kaç litre olur?

Çözüm 6.4: İlk sıcaklık $T_1 = 25 + 273 = 298 \text{ K}$ son sıcaklık ise $T_2 = 0 + 273 = 273 \text{ K}$ 'dir. O halde (6.4) eşitliğinden

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{veya} \quad V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} \quad \text{olur.}$$
$$V_2 = \frac{2,5 \text{ litre} \times 273 \text{ K}}{298 \text{ K}} = 2,3 \text{ litre} \quad \text{bulunur.}$$

Sıcaklıktaki **25°C** azalma balonun hacmini **2,5** litreden **2,3** litreye düşürmüştür.



Belirli kütlede bir gaz örneği, hacmi değişebilen bir kaptan 298 K sıcaklıkta 1,5 litre boşluk kaplamaktadır. Bu kabın hacminin 2,0 litreye çıkarılabilmesi için ortam hangi sıcaklığa kadar ısıtılmalıdır?

Yanıt : 397 K

3.3. Genel Gaz Yasası

Charles ve Boyle tarafından ortaya konan gaz yasaları birleştirilerek, gazların farklı sıcaklık, basınç ve hacim koşulları altındaki davranışlarına ilişkin genel bir eşitlik türetilmiştir.

Belirli miktarda bir gazın **iki ayrı** koşuldaki **basınç, hacim ve sıcaklıkları** arasında

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (6.5)$$

eşitliği geçerlidir.

Örnek 6.5 : Bir miktar NH_3 gazı, sürtünmesiz pistonlu bir silindirde normal koşullar altında **68 ml** hacim kaplıyor. Sıcaklık **30°C** ye çıkarılıp, basınç **725 torr'a** düşürülürse gazın hacmi kaç ml olur?

Çözüm 6.5: Verilen değerler (6.5) eşitliğinde uygulanırsa,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \text{den} \quad \frac{760 \text{ torr} \times 68 \text{ ml}}{(0 + 273) \text{ K}} = \frac{725 \text{ torr} \times V_2 \text{ ml}}{(30 + 273) \text{ K}}$$

$$V_2 = \frac{760 \text{ torr} \times 68 \text{ ml} \times 303 \text{ K}}{725 \text{ torr} \times 273 \text{ K}} = 79 \text{ ml}$$

3.4. İdeal Gaz Yasası

Gazların basınç, hacim ve sıcaklıkları arasındaki ilişkiyi ifade eden bir başka eşitlik de *ideal gaz yasasına* ilişkindir.

İdeal bir gaz için

$$PV = nRT \quad (6.6)$$

eşitliği geçerlidir.

Bu eşitlikteki "**n**" gazın **mol sayısı** ve "**R**" **gaz sabitidir**. Basınç atmosfer, hacim litre ve sıcaklık kelvin cinsinden verildiğinde **R nin değeri 0,082 litre .atm / mol . K dir**.

Örnek 6.6 : Bir gazın 1 molü, **standart koşullar** altında kaç litre hacim kaplar?

Çözüm 6.6 : İdeal gaz eşitliğindeki hacim terimi

$$PV = nRT \quad \text{'den} \quad V = \frac{nRT}{P} \quad \text{olur .}$$

Standart koşullar için hesap yapılırsa

$$V = \frac{1 \text{ mol} \times 0,082 \frac{\text{litre} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 22,4 \text{ litre}$$

Standart koşullarda (**0° C sıcaklık ve 1 atm basınç**) gazların **1 molü 22,4 litre** hacim kaplar.

Örnek 6.7: Hacmi **5,6** litre olan bir kaptaki sıcaklığı **0° C** olan bir miktar **O₂** gazı bulunuyor. Gazın basıncı **2** atmosfer olduğuna göre ağırlığı kaç gramdır?

Çözüm 6.7: Eşitlik (6.6) dan mol sayısı

$$n = \frac{P V}{R T} \quad \text{olarak bulunur. O halde}$$
$$n = \frac{2 \text{ atm} \times 5,6 \text{ litre}}{0,082 \frac{\text{litre} \cdot \text{atm}}{\text{mol K}} \times (0 + 273) \text{ K}} = 0,5 \text{ mol}$$

1 mol O₂ gazı 2 x 16 = 32 gr ağırlıkta olduğundan, kaptaki gaz miktarı 0,5 x 32 = 16 gram olarak bulunur.



Hacmi 10 litre olan içi tamamen boş bir kaba, 0°C de 56 gram N₂ gazı dolduruluyor. Kap içerisindeki basınç kaç atmosferdir?

Yanıt : 4,48 atm

4. GAZLARIN DİFÜZYONU VE GRAHAM YASASI

Aynı ortama konan farklı gazlara ait tanecikler, farklı hızlarda kendiliklerinden genişleyerek diğerleri ile karışırlar (**difüzenirler**). Bu olguyu inceleme konusu yapan 19. yüzyıl İskoç kimyacılarından **Thomas Graham**, özellikle hafif (düşük yoğunluklu) gazların, aynı sıcaklıkta daha ağır (daha yoğun) gazlara kıyasla daha hızlı difüzlendiklerini gözlemiştir. Çalışmalarının sonunda **Graham aynı koşullarda farklı hızlarla difüzllenen gazların difüzlleme hızlarının (V), bu gazların yoğunlukları (d) veya molekül ağırlıklarının (M) kare kökü ile ters orantılı olduğunu bulmuştur.**

A ve B gibi iki ayrı gaz için bu yasa

$$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}} \quad (6.7)$$

veya

$$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \quad (6.8)$$

eşitlikleriyle ifade edilir.

Örnek 6.8: Hidrojen ve oksijen moleküllerinin ortalama hızlarını karşılaştırınız.

Çözüm 6.8: Eşitlik (6.8) 'den, $M_{H_2} = 2$ ve $M_{O_2} = 32$ olduğuna göre,

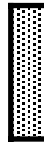
$$\frac{V_{H_2}}{V_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = \sqrt{16} = 4$$

O halde $V_{H_2} = 4 V_{O_2}$ olup, H_2 molekülleri O_2 moleküllerinin **4 katı** hızla difüzenirler.

5. GAZLARIN ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ VE HENRY YASASI

Susuzluğunuzu gidermek veya midenizi rahatlatmak için sodalı suyu denediyseniz, şişe kapağını açınca CO_2 çıkışından kaynaklanan gaz kabarcıklarını görmüş ve sesini işitmiş-sinizdir. Böylesi bir gözlem ile gazların sıvılardaki çözünürlüğüne ilişkin Henry yasasına tanık olduğunuzu biliyor muydunuz?

19. yüzyılın başlarında İngiliz kimyacı **William Henry**, belirli bir sıcaklıktaki bir sıvıda, bir gazın çözünürlüğünün sıvı üzerindeki gaz basıncıyla doğru orantılı olduğunu keşfetmişti.



Henry yasasına göre, bir sıvıda çözünen gaz miktarı, sabit sıcaklıkta sıvı üzerindeki basınç yükseldikçe artar.

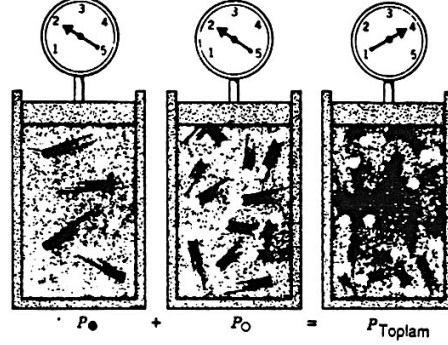


Kolalar, gazozlar ve sodalı sular yüksek basınç altında şişelenmiştir ve siz kapağı açtığınızda şişedeki **basıncı düşürmüş** olursunuz. Bu nedenle **CO_2 gazının çözünürlüğü azalır** ve bir miktarı sıvıyı terkeder.

6. GAZ KARIŞIMLARI VE DALTON YASASI

Kinetik teoriden gaz basıncının, gaz taneciklerinin buldukları kabın çeperleriyle çarpışmalarından kaynaklandığını biliyorsunuz. Kabın hacmini değiştirmeden, çarpışma sıklığını dolayısıyla basıncı artırmanın iki yolu vardır: Birincisi gazın **sıcaklığını yükseltmektir**. Böylece gaz taneciklerinin **hızları ve çarpışma sayısı artar**. İkincisi ise, kap içerisindeki **gaz taneciklerinin sayısını artırmaktır**. Çünkü sabit bir sıcaklıkta bir gazın uygu-

ladığı basınç gaz taneciklerinin cinsi ile ilgili olmayıp, mevcut gaz tanecik sayısına bağlıdır. Örneğin Şekil 6.6'da da görülebileceği gibi, bir kap içerisindeki gazın basıncı, aynı ya da farklı bir gazdan eşit sayıda tanecik ilave edilerek iki katına çıkarılabilir.



Şekil 6.6 . Dalton 'un kısmi basınçlar yasası (Kısmi basınçlar ile toplam basıncın ilişkisi).

Bir gaz karışımındaki herhangi bir gazın "o kapta yalnız başına bulunduğu zamanki basıncına, o gazın kısmî basıncı (P_i)" denir. **Kısmî basınç** belirli bir sıcaklıkta, sadece o gazın tanecik sayısına (veya mol sayısına) bağlıdır.

Şekil (6.6) dan da anlaşılabilceği gibi,

Bir gaz karışımının **toplam basıncı**, karışımındaki **herbir gazın kısmî basınçları toplamına eşittir. (Dalton Yasası).**

Buna göre A, B, C, D, E, ... gibi çeşitli gazlardan oluşan bir karışım için

$$P_{Toplam} = P_A + P_B + P_C + P_D + P_E + \dots \quad (6.9)$$

eşitliği ile toplam basınç bulunur. Örneğin hava bir gaz karışımı olup, N_2 , O_2 , Ar, CO_2 ve düşük miktarlarda başka gazlar içerir. O halde Dalton yasasına göre atmosfer basıncına bu gazların tümünün katkısı vardır ve

$$P_{atmosfer} = P_{N_2} + P_{O_2} + P_{Ar} + P_{CO_2} + \dots \quad (6.10)$$

eşitliği yazılabilir.

Örnek 6.9: Bir gaz tübünde O₂ ve anesteziye kullanılan N₂O gazından oluşan bir karışım bulunuyor. Tüpteki basınç **0,90 atmosfer** olarak ölçüldüğüne ve ortam sıcaklığında oksijenin kısmî basıncı **118 mmHg** olduğuna göre, N₂O gazının kısmî basıncı kaç mm Hg dir?

Çözüm 6.9 : Toplam basınç mm Hg cinsinden

$$P_{\text{Toplam}} = 0,90 \text{ atm} = 0,90 \text{ atm} \times \frac{760 \text{ mm Hg}}{1 \text{ atm}} = 684 \text{ mm Hg}$$

$$P_{\text{Toplam}} = P_{\text{O}_2} + P_{\text{N}_2\text{O}}$$

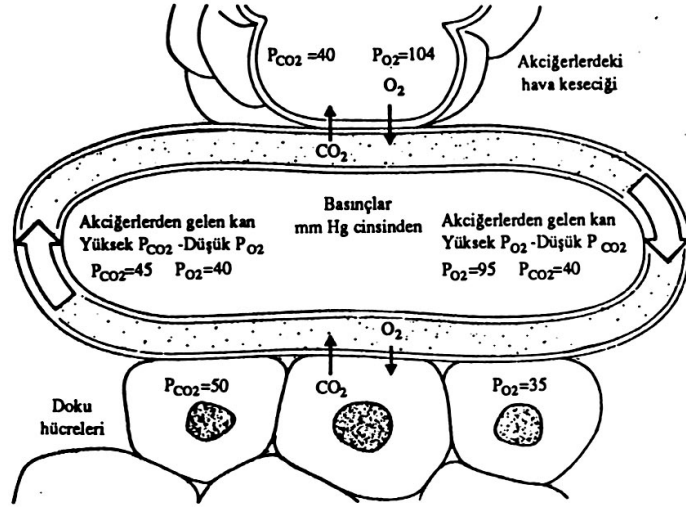
$$684 \text{ mm Hg} = 118 \text{ mm Hg} + P_{\text{N}_2\text{O}}$$

$$P_{\text{N}_2\text{O}} = 684 \text{ mm Hg} - 118 \text{ mm Hg} = 566 \text{ mm Hg}$$

olarak bulunur.

7. SOLUNUM GAZLARININ VÜCUDUMUZDA TAŞINIMI VE DİFÜZYON

Oksijen ve karbon dioksidin vücudumuzda taşınımı bu gazların kısmî basınçlarıyla doğrudan ilişkilidir. Her gaz gibi, bu iki gaz da **yüksek basınçlı** bir bölgeden **düşük basınçlı** bir bölgeye **difüzenirler** (Şekil 6.7). Örneğin dokulardan akciğerlere gelen kirli kan oksijen içeriğini tüketmiş olup, hücrelerden karbondioksit atık ürününü getirmektedir. Oksijen akciğerlerden (burada oksijen kısmî basıncı, **P_{O₂} = 104 mm Hg**) kana (**P_{O₂} = 40 mm Hg**) difüzenir ve karbondioksit kandan (**P_{CO₂} = 45 mm Hg**) akciğerlere (**P_{CO₂} = 40 mm Hg**) difüzenerek buradan dışarı atılır. Oksijenin önemli bir kısmı taşıyıcı molekül olan hemoglobin ile tutulur ve temiz kan ile dokulara taşınır. Doku hücreleri sürekli oksijen kullandıklarından hücrelerde oksijen kısmî basıncı düşüktür. Temiz kandaki oksijen kısmî basıncı daha yüksek olduğundan, oksijen kandan (**P_{O₂} = 95 mm Hg**) dokulara (**P_{O₂} = 35 mm Hg**) difüzenir. Dokularda hücreler tarafından üretilen karbondioksit ise hücrelerden (**P_{CO₂} = 50 mm Hg**) kan dolaşımına (**P_{CO₂} = 45 mmHg**) difüzenerek akciğerlere taşınır.



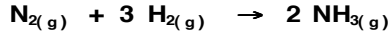
Şekil 6 . 7. Oksijen ve karbon dioksidin akciğerler ve doku hücreleri arasında taşınımı ile gazların kısmî basınçlarının ilişkisi

8. GAZLARIN YER ALDIĞI REAKSİYONLARDA STOKİYOMETRİ

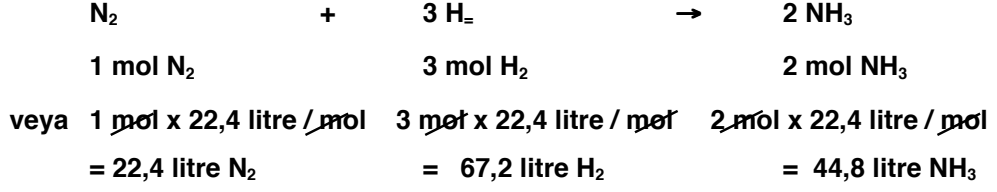
Gazların yer aldığı kimyasal olaylar üzerinde çalışan **J. Louis Gay-Lussac**, 19. yüzyılın başlarında, sabit sıcaklık ve basınçta (aynı koşullarda) bir reaksiyona giren ve oluşan gazların hacimlerinin daima belirli oranlar gösterdiğini keşfetmişti. Örneğin yaptığı deneylerde, Gay-Lussac **iki hacim hidrojenin bir hacim oksijen** ile reaksiyona girerek **iki hacim su** oluşturduğunu gözlemişti. Benzer bir sonucu da, **bir hacim hidrojenin bir hacim klor** ile reaksiyona girerek **iki hacim hidrojen klorür** oluşturması olayında gözleyen Gay-Lussac bu gözlemlerini bir yasa şeklinde ortaya koymuştur.

Sabit sıcaklık ve basınçta gazların eşit hacimlerinde eşit sayıda tanecik bulunur ve reaksiyona giren atom ya da moleküller tam sayılarla ifade edilebilen basit oranlarda birleşirler.

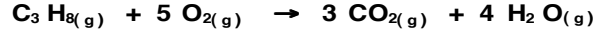
Gazların yer aldığı, sabit sıcaklık ve basınçta gerçekleşen bir reaksiyon için yazılan denkleştirilmiş bir denklemdeki katsayılar hacimleri göstermek üzere kullanılabilir. **Ünite 5** 'de gaz reaksiyonlarına ilişkin verilen örneği yeniden ele alacak olursak,



reaksiyonunda **bir hacim** azot molekülü, **üç hacim** hidrojen molekülü ile birleşerek, **iki hacim** amonyak molekülü oluşturmaktadır. Bu reaksiyon standart koşullar altında gerçekleştirildiğinde gaz hacimleri aşağıdaki gibi olur:



Örnek 6.10 : Propan gazı (C_3H_8) oksijenle yanarak karbon dioksit ve su buharı oluşturur.



Aynı koşullarda 2,5 litre propan ve 15,5 litre oksijen bulunan bir kaptaki reaksiyonda en çok kaç litre karbondioksit oluşur, reaksiyona girmeden kalan gaz var mıdır?

Çözüm 6.10 : $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ reaksiyon denklemine göre 1 litre C_3H_8 , 5 litre O_2 ile birleşir. O halde reaksiyonda

$$\cancel{2,5 \text{ litre C}_3\text{H}_8} \times \frac{5 \text{ litre O}_2}{\cancel{1 \text{ litre C}_3\text{H}_8}} = 12,5 \text{ litre O}_2 \text{ tükendir.}$$

Demek ki $15,5 - 12,5 = 3,0 \text{ litre O}_2$ artar.

Oluşacak CO_2 hacmi ise

$$V \text{ CO}_2 = \cancel{2,5 \text{ litre C}_3\text{H}_8} \times \frac{3 \text{ litre CO}_2}{\cancel{1 \text{ litre C}_3\text{H}_8}} = 7,5 \text{ litre dir.}$$



$\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{HCl}_{(g)}$ reaksiyon denklemine göre, 2 litre H_2 gazı ile 3 litre Cl_2 gazı karışımının reaksiyonundan kaç litre HCl gazı elde edilebilir? Hangi gazdan kaç litre artar?

Yanıt : 4 litre HCl, 1 litre Cl_2

Özet

Gazların **kinetik teorisi** bir gazı oluşturan atom veya moleküllerin hareketliliklerine dayanır. Buna göre gaz tanecikleri rastgele bir şekilde sürekli hareket halinde olup, birbirleriyle ve kabın çeperleriyle çarpışırlar. Bir gazın sıcaklığı, gazı oluşturan taneciklerin **kinetik enerjilerinin** bir ölçüsüdür. Sıcaklık yükseldikçe taneciklerin hızı **artar**.

Gaz taneciklerinin buldukları kabın çeperleriyle çarpışması gaz basıncının nedenidir. Dünya atmosferi de, yerküre üzerinde adına atmosfer basıncı dediğimiz bir basıncı uygular. Standart atmosfer basıncı **1 atm** veya **760 mmHg** dır.

Sıcaklığı **0°C**, basıncı 1 atm olan gazlara "**standart koşullardaki gazlar**" denir.

Miktarı ve sıcaklığı sabit olan bir gazın basıncı hacmiyle ters orantılı olarak değişir. **PV = k** eşitliğiyle ifade edilen **Boyle yasasına** göre, belirli bir sıcaklıkta basınç veya hacim değişse de **PV** çarpımı aynı kalır.

Charles yasasına göre, **sabit basınçta** bir gazın **sıcaklığı yükseltirse hacmi büyür**. Sıcaklık veya hacimden biri değişse de, hacim ve sıcaklığın oranı aynı kalır.

İdeal bir gazın **basınç** ve **hacmi** ile **mol sayısı** ve sıcaklığı arasında, **PV = nRT** eşitliği geçerlidir. Buradaki **R**, gaz sabiti adını alır ve **0,082 litre. atm/ mol. K** değerine sahiptir.

Graham yasasına göre **hafif** gazların **difüzyon** hızları daha **fazladır**. İki ayrı gazın difüzyon hızları **yoğunlukları veya molekül ağırlıklarının kare kökü ile ters orantılıdır**.

Henry yasası, bir sıvının üzerindeki **gaz basıncı arttıkça**, sıvıda daha **fazla gazın çözünebileceğini** ifade eder.

Dalton yasasına göre, bir kaptaki **gaz karışımının toplam basıncı**, gazların herbirinin **kısmî basınçları toplamına** eşittir.

Stokiyometri problemleri reaksiyona giren veya oluşan gazların hacimlerini kullanarak çözülebilir. Gazların yer aldığı denkleştirilmiş bir reaksiyon denklemindeki katsayılar, aynı koşullardaki hacimlerin oranlarını verir.

Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruların yanıtlarını verilen seçenekler arasından bulunuz.

1. Gazlara ilişkin aşağıdaki ifadelerden hangisi **doğru** değildir?
 - A) Buldukları her kabın hacmini ve şeklini alırlar.
 - B) Oda koşullarında yalnızca soygazlar atomik halde karardır.
 - C) Isıtılan gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri yükselir.
 - D) Üzerlerindeki basınç düşürüldükçe ve sıcaklıkları artırıldıkça gazlar ideallikten uzaklaşırlar.
 - E) Gaz tanecikleri arasındaki etkileşim, maddenin yoğun hallerine göre çok düşük düzeydedir.
2. Bir kişinin kullandığı parfümün kokusu aynı odada bulunan herkese ulaşır. Bunun nedeni aşağıdakilerden hangisi olabilir?
 - A) Parfümdeki kokunun hafifliği
 - B) Gazların sıkıştırılabilir oluşu
 - C) Gaz moleküllerinin ısındıkça hızlanması
 - D) Gaz moleküllerinin buldukları hacmi kaplayacak şekilde difüzyon eğilimleri
 - E) Gaz molekülleri arasındaki boşluğun çok fazla oluşu
3. Miktarı sabit bir gazın, sabit hacimli bir kaptaki sıcaklığı 25° den 50°C ye çıkarıldığında basıncı ilk basıncına göre nasıl değişir?
 - A) Yarıya düşer
 - B) Değişmez
 - C) Bir katından daha az artar
 - D) Bir kat artar
 - E) İki kat artar
4. Sabit hacim ve sıcaklıktaki bir kaptaki bulunan bir gazın miktarı (n) ile basıncı (P) arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?
 - A) $P \propto \frac{1}{n}$
 - B) $P_1 n_1 = P_2 n_2$
 - C) $P \cdot n = \text{sabit}$
 - D) $P = \frac{1}{n}$
 - E) $P_2 = P_1 \cdot n_2 / n_1$

5. Bir miktar klor gazı 100°C sabit sıcaklığa kadar ısıtıldığında basıncı 3 atm'den 4,5 atm'e çıkıyor. Buna göre ilk sıcaklığı ne kadardır?
- A) 249 K B) 24°C C) 36°C D) 300 K E) 320 K
6. Basıncı P, hacmi V olan bir gazın miktarı değiştirilmeden, sıcaklığı ve hacmi iki katına çıkarılırsa son basıncı aşağıdakilerden hangisi olur?
- A) P/4 B) P/2 C) P D) 2P E) 4P
7. Hacmi 10 m³ olan bir gaz tankına, 27°C sıcaklıkta 14 kilogram N₂ gazı konursa, tanktaki basınç kaç atm olur?
- A) 1,23 B) 12,3 C) 24,6 D) 26,4 E) 36,9
8. Aşağıdaki gazlardan hangisi aynı koşullarda CO gazı ile eşit hızda difüzenir?
- A) H₂ B) N₂ C) O₂ D) NO₂ E) NH₃
9. Kapalı bir kapta belirli bir sıcaklıkta 1 er kilogram N₂, H₂ ve CO₂ gazları bulunuyor. Kaptaki toplam basınç 1 atm olduğuna göre, gazların kısmî basınçları için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
- A) P_{N₂} > P_{H₂} > P_{CO₂} B) P_{H₂} > P_{N₂} > P_{CO₂}
C) P_{CO₂} > P_{N₂} > P_{H₂} D) P_{N₂} = P_{H₂} = P_{CO₂}
E) P_{CO₂} > P_{N₂} = P_{H₂}
10. Asetilen gazı, C₂H₂, aşağıdaki denkleme göre yakılıyor.
- $$2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$$
- Standart koşullarda 10 mol asetilenin yanmasında harcanacak oksijen gazı kaç litredir?
- A) 11,2 B) 22,4 C) 67,2 D) 112 E) 560