

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
HAYAT BOYU ÖĞRENME GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
AÇIK ÖĞRETİM DAİRE BAŞKANLIĞI

KİMYA

5

DERS KİTABI

YAZAR
Öznur BAHADIR



ANKARA - 2023

MEB HAYAT BOYU ÖĞRENME GENEL MÜDÜRLÜĞÜ YAYINLARI
AÇIK ÖĞRETİM OKULLARI

Dil Uzmanı

Bülent Kenan ERKAN

Görsel Tasarım Uzmanı

Fatih SAĞLAM
YÜMER

Grafik Tasarım Uzmanı

YÜMER

Copyright © MEB

Her hakkı saklıdır. Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Tümü ya da bölümleri izin alınmadan hiçbir şekilde çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana vâdettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmâhrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerihamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden naşım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

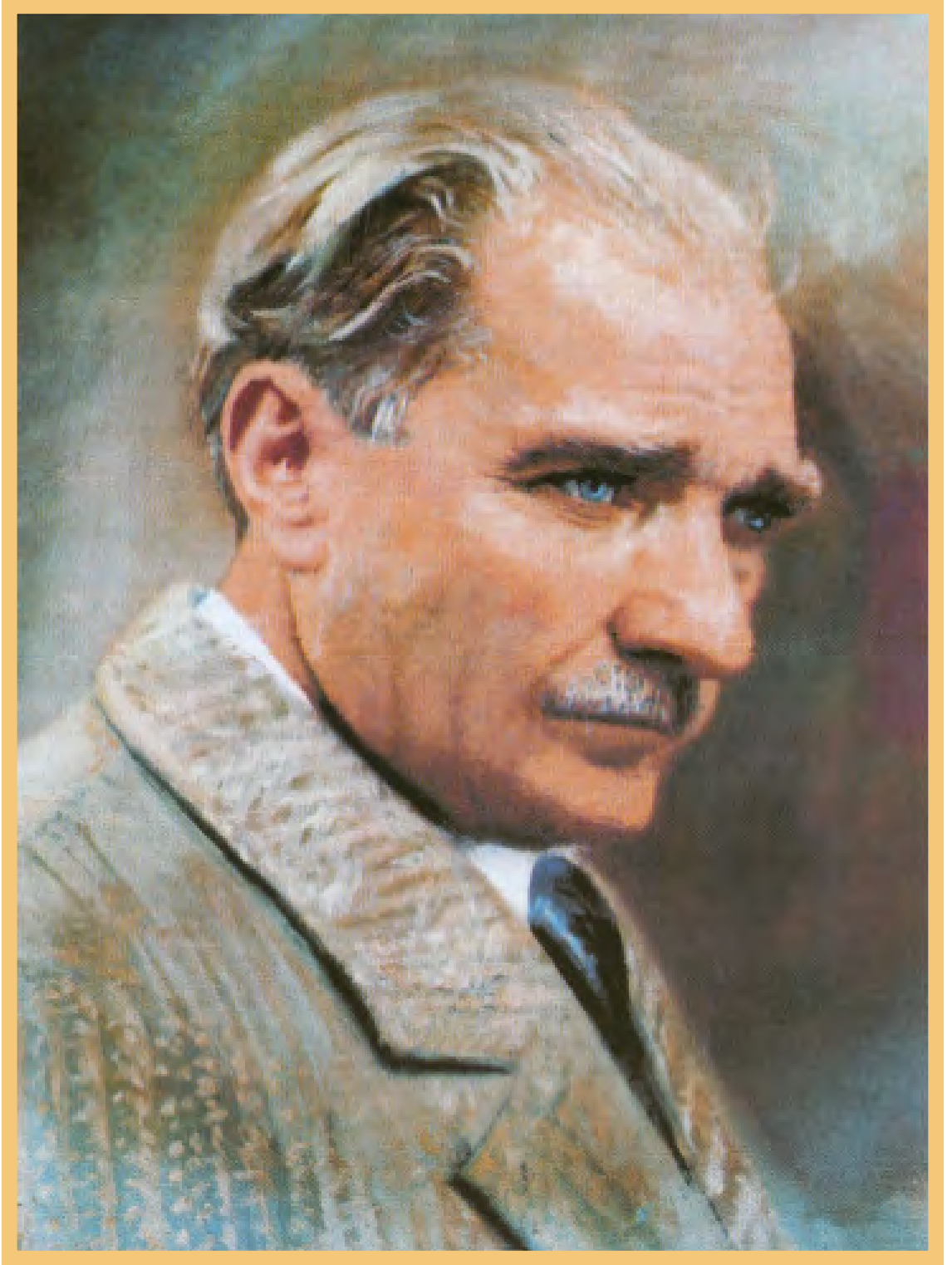
GENÇLİĞE HITABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaıt bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

GÜVENLİK İŞARETLERİ

Laboratuvar uygulamalarında karşılaşılabileceğiniz tehlikelere karşı kendinizin ve çevrenizin güvenliğini sağlamak için uymanız gereken bazı kurallar bulunmaktadır. Bu kurallar ve bu kurallara ait sembol ve işaretler aşağıda verilmiştir.



Koruyucu Giysi Giy

Bu uyarı işareti, laboratuvar deneyleri sırasında kullanılan malzemelerin giysilere zarar vereceği bu nedenle önlük ya da tulum kullanılması gerektiği anlamını taşır.



Eldiven Giy

Yapılacak işlemlerde sıcak bir yüzey olduğunu veya ısıtıcı kullanılacağını gösterir. Bu nedenle ısıya dayanıklı eldiven kullanılması gerektiği anlamını taşır.



Maske Kullan

Bu işaret, işlemlerde kimyasal tepkimeler sonucu zararlı gazlar oluşabileceğini, bu nedenle maske kullanılması gerektiğini belirtir.



Gözlük Kullan

Bu işaret, işlemlerde göz sağlığı için zararlı maddelerin kullanılacağını, bu nedenle gözlük kullanılması gerektiğini belirtir.



Kesici / Delici Cisim

Yapılacak işlemlerde kesici/ delici malzemelerin kullanılacağını, bu tür malzemelerin yaralanmalara sebep olabileceğini gösterir.



Kırılabilir Malzeme

Bu işaret işlemlerde kırılacak malzemelerin kullanılacağını belirtir. Cam malzemelerin aşırı ısıtılmaması ve ani sıcaklık değişimlerine maruz bırakılmaması gerektiği anlamını taşır.



Toksik (Zehirli) Madde

Bu işaret, solunduğunda ya da ağız yoluyla alındığında zehirleyici (toksik) etkiye sahip maddeler için kullanılır.



Aşındırıcı (Korozif) Madde

Bu işaret, temas hâlinde kimyasal olarak canlı dokulara ciddi zararlar verebilen ya da tamamıyla tahrip edebilen maddeler için kullanılır. Aşındırıcı maddeler metal yüzeyleri de aşındırır.



Patlayıcı Madde

Bu işaret; kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilen maddeler için kullanılır.



Yakıcı (Oksitleyici) Madde

Bu işaret, havasız ortamda bile yanabilen, maddelerle temas ettiğinde alev alabilen veya patlayabilen maddeler için kullanılır.



Yanıcı Madde

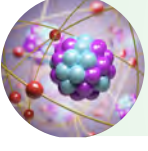
Ateşe, güneş ışığına ve ısıya maruz kaldığında yanabilen maddeler için kullanılan uyarı işaretidir.



Tahriş Edici Madde

Düşük şiddette sağlığa zararlı maddeler için kullanılan uyarı işaretidir. Bu tür maddeler ciltte tahrişe sebep olur.

İÇİNDEKİLER



1.ÜNİTE: MODERN ATOM TEORİSİ

1.1. ATOMUN KUANTUM MODELİ	8
1.2. PERİYODİK SİSTEM VE ELEKTRON DİZİMLERİ	16
1.3. PERİYODİK ÖZELLİKLER.....	25
1.4. ELEMENTLERİ TANIYALIM.....	31
1.5. YÜKSELTGENME BASAMAKLARI	39
ÖZET	44
ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI.....	46




2.ÜNİTE: GAZLAR

2.1. GAZLARIN ÖZELLİKLERİ VE GAZ YASALARI	54
2.1.1.GAZLARIN ÖZELLİKLERİ.....	54
2.1.2. GAZ YASALARI.....	60
2.2. İDEAL GAZ YASASI	67
2.3. GAZLARDA KİNETİK TEORİ.....	71
2.4. GAZ KARIŞIMLARI.....	75
2.5. GERÇEK GAZLAR	81
ÖZET	85
ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI.....	86



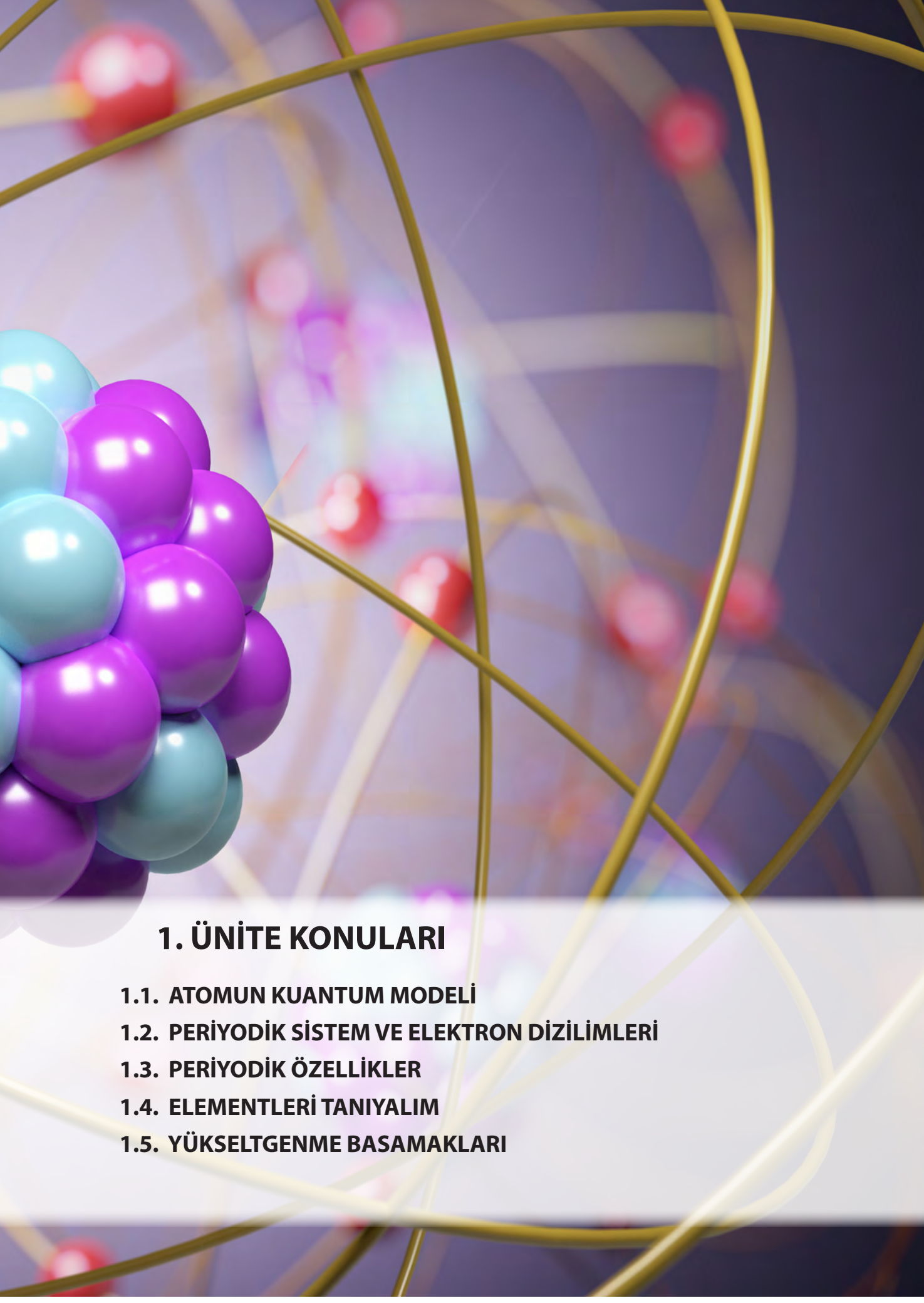
3.ÜNİTE: SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

3.1. ÇÖZÜCÜ ÇÖZÜNEN ETKİLEŞİMLERİ	94
3.2. DERİŞİM BİRİMLERİ	98
3.3. KOLİGATİF ÖZELLİKLER	104
3.4. ÇÖZÜNÜRLÜK	112
3.5. ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER	115
ÖZET	126
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI	128
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI CEVAP ANAHTARI	132
SÖZLÜK	133
KAYNAKÇA	136



1. ÜNİTE

MODERN ATOM TEORİSİ



1. ÜNİTE KONULARI

1.1. ATOMUN KUANTUM MODELİ

1.2. PERİYODİK SİSTEM VE ELEKTRON DİZİLİMLERİ

1.3. PERİYODİK ÖZELLİKLER

1.4. ELEMENTLERİ TANIYALIM

1.5. YÜKSELTGENME BASAMAKLARI

1. ÜNİTE

MODERN ATOM TEORİSİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu üniteyi tamamladığınızda;

- Atomu kuantum modeliyle açıklamayı,
- Nötr atomların elektron dizilimleriyle periyodik sistemdeki yerleri arasında ilişki kurmayı,
- Periyodik özelliklerdeki değişim eğilimlerini sebepleriyle açıklamayı,
- Elementlerin periyodik sistemdeki konumu ile özellikleri arasındaki ilişkileri açıklamayı,
- Yükseltgenme basamakları ile elektron dizilimleri arasındaki ilişkiyi açıklamayı öğreneceksiniz.

ANAHTAR KELİME VE KAVRAMLAR

- | | | |
|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| ☆ yörünge | ☆ enerji düzeyi(katman) | ☆ orbital (dalga fonksiyonu) |
| ☆ atom | ☆ atom modeli | ☆ Hund Kuralı |
| ☆ elektronegatiflik | ☆ Pauli İlkesi | ☆ Aufbau Prensipli |
| ☆ kuantum sayıları | ☆ elektron dizilimi | ☆ yükseltgenme basamağı |
| ☆ değerlik elektronu | ☆ küresel simetri | ☆ periyodik sistem |
| ☆ iyonlaşma enerjisi | ☆ değerlik orbitali | ☆ elektron ilgisi |
| ☆ teori | | |

1.1 ATOMUN KUANTUM MODELİ

Modern Atom Teorisi

Atom modelleri konusunda bilimsel çalışmalar yapıldıkça bir önceki modelin eksiklikleri görülmüş ve bir önceki model atomu açıklamada yetersiz kalmıştır. Niels Bohr (Niils Bor)(Görsel 1.1) 1913 yılında, Rutherford (Radırford) atom modeline göre elektronların davranışlarına açıklık getirmiştir. Bohr atom modeli kabul gördüğü yıllarda büyük ilgi görmüş ancak daha sonraları yetersizlikleri görüldüğünden yerini “Modern Atom Teorisine” bırakmıştır. Acaba Bohr atom modelinin yetersizlikleri nelerdi?



Görsel 1.1 Niels Bohr
(1885- 1962)

Bohr'a göre atomda elektronların, çekirdeğin etrafında belli yarıçaplı dairesel yörüngelerde bulunduğu daha önceki yıllarda öğrenilmişti. Elektronların hareket ettiği bu yörüngeler aynı zamanda enerji seviyesi (katman) olarak ifade edilir ancak elektronlar enerji seviyeleri arasına yerleşemez ve elektronların belli yörüngelerde bulunma ihtimalleri yoktur.

Bohr, atom modelini tek elektronlu hidrojen atomuna göre açıklamıştır. Çok elektronlu atomlar ve iyonlarda elektronların çekirdekle ve kendi aralarındaki etkileşimleri bu modelle açıklanamamıştır.

Bohr, atomlar arası bağlar ve moleküllerin oluşumu ile ilgili açıklama getirmemiştir.



Görsel 1.2
Werner Heisenberg
(1901-1976)

Max Planck atomların enerjisi kuantlar halinde yaydığını kuantum modelinden yola çıkarak atomu daha iyi anlamamızı sağlayan atomların ve moleküllerin enerjisi kuant adı verilen küçük paketler halinde yaydığını açıklamıştır. Bu ışınlar spektrum çizgileri biçimindedir. Tek bir çizgi gibi görünen spektrum çizgileri kalın bir çizgi görünümünde olup Bohr, atom modelinde Hidrojen spektrumunda bulunan alt çizgileri açıklayamamıştır. Bohr, yalnızca kendi deneyleri ile örtüşebilen bir kuram üretmiştir. 1920'li yıllarda Niels Bohr ve Werner Heisenberg (Vernı Hayzenberg) (Görsel 1.2) atomlardan daha küçük taneciklerin davranışlarının ne dereceye kadar belirlenebileceğini görebilmek için deneyler tasarlamıştır. Heisenberg'in adıyla anılan belirsizlik ilkesine göre “bir taneciğin hem konum hem de kütle ve hızı aynı anda bilinemez” tezi ortaya atılmış ve bunun ardından Bohr atom modelinde açıklanan yörünge kavramı geçerliliğini yitirmiştir.

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

Atom çekirdeğinin etrafında elektronların hareket ettikleri alanlara **yörünge** denir. Yörünge, enerji katmanları olarak tanımlanabilir. Bohr modelinde yer alan bu katmanlar çok hızla hareket eden elektronların çekirdekten neden sapmadıklarını tam açıklayamadığından Heisenberg'in belirsizlik ilkesine göre, kesinlikle bilinen yörüngelerin yerine elektronların çekirdek etrafında bulunma olasılıklarının yüksek olduğu alanlar bulunur ve bu alanlara **orbital** denir. Acaba orbital bir atomda bulunan elektronun yerini açıklamada yeterli midir?



BİLGİ KUTUSU

Heisenberg, belirsizlik ilkesiyle 1932 yılında Nobel Fizik Ödülünü kazanmıştır.

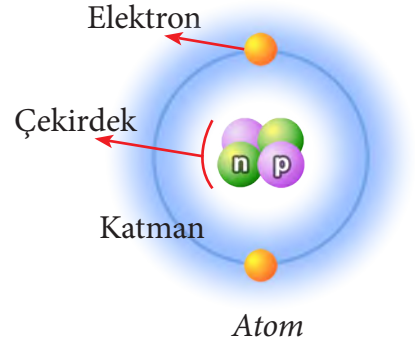
Elektron bulutu modeli olarak bilinen "Modern Atom Teorisine" göre atomda elektronların bulunma olasılıklarının yüksek olduğu bölgeler bulunur. Orbital olarak belirtilen bu alanlar atomun içindeki dalga fonksiyonları olarak düşünülebilir. Bu dalga fonksiyonları da kuantum sayıları ile ifade edilir. Bir dalga fonksiyonundaki üç kuantum sayısını belirleyerek bir orbital elde edilebilir. Görsel 1.3'de mavi renkle gösterilen kısımdır. Elektronların dağılımı buldukları enerji düzeylerinin türü ve sayısı ile belirlenir.

Kuantum Sayılarının Belirlenmesi

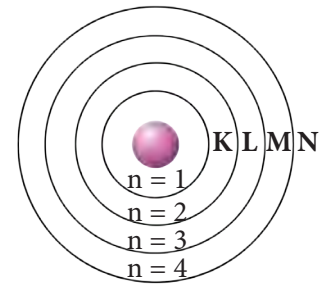
İlk belirlenecek sayı, **baş kuantum sayısı**dır, "n" ile gösterilir, elektronun çekirdeğe uzaklığını ifade eder. $n=1,2,3,\dots,7$ 'ye kadar olan tam sayılardır. Baş kuantum sayısının belirttiği elektronun enerji seviyesine **katman** denir. Aynı zamanda bu katmanlara **kabuk** da denir ve K,L,M,N... gibi harflerle de gösterilirler. (Görsel 1.4)

İkincisi, **açısız momentum kuantum sayısı**, "l" ile gösterilir, elektron bulutlarının şekillerini ve şekil farkı nedeniyle oluşan enerji seviyelerindeki değişimleri belirtmekte kullanılır. 0 ile (n-1) arasındaki tam sayı değerlerini alır.

$$l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$$



Görsel 1.3
Atomun yapısı



Görsel 1.4 Kabuklar ve baş kuantum sayıları

Açısal momentum kuantum sayısı, enerji seviyelerinin de daha alt enerji seviyelerine ayrıldıklarını gösterir. Meydana gelen bu enerji seviyelerine **ikincil katman** ya da **alt kabuk** denir. İkincil katmanlar s, p, d, f gibi harflerle (orbital sembolleriyle) gösterilir. Bu harfler, l 'nin her bir sayısal değerine karşılık gelir.

Baş kuantum sayısı(n)	Açısal momentum sayısı(l)	Orbital türü
1	0	s
2	1	p
3	2	d
4	3	f



BİLGİ KUTUSU

Orbital sembolleri, orbitallerin İngilizce adlarının baş harflerinden oluşmaktadır.

Açısal momentum kuantum sayısı	İngilizce sıfatı / (Türkçesi)	Alt kabuktaki sembolü
$l=0$	Sharp (keskin)	s
$l=1$	Principal (asıl)	p
$l=2$	Diffuse (yayılmış)	d
$l=3$	Fundamental (temel)	f

Üçüncü olarak **manyetik kuantum sayısı**, " m_l " ile gösterilir, orbitalin uzaydaki yönelişini gösterir. m_l , $-l$ den $+l$ 'ye kadar olan değerleri alır.

$$m_l = 2l + 1$$

$$m_l = -l, \dots, +l$$

Açısal momentum sayısı (l)	Manyetik kuantum sayısı (m_l)	m_l 'nin alacağı değerler	Orbital türü
$l = 0$	$m_l = 0$	0	s
$l = 1$	$m_l = [(2 \times 1) + 1] = 3$	-1, 0, +1	p
$l = 2$	$m_l = [(2 \times 2) + 1] = 5$	-2, -1, 0, +1, +2	d
$l = 3$	$m_l = [(2 \times 3) + 1] = 7$	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	f

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

Dördüncü ve son olarak **spin kuantum sayısı**, " m_s " ile gösterilir. Elektronların çekirdek etrafında ve kendi etrafında dönmesine göre belirlenen kuantum sayısıdır. Elektron kendi etrafında iki farklı şekilde yani saat yönü ve tersi yönde dönme gerçekleşireceğine göre spin kuantum sayısı $+1/2$ ve $-1/2$ olmak üzere iki farklı değer alır.

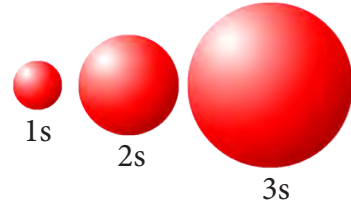
Spin yukarı ise $m_s = +1/2$ (\uparrow)

Spin aşağı ise $m_s = -1/2$ (\downarrow)

Orbitallerin s, p, d ve f sembolleri ile gösterildiğini belirtmiştik. Şimdi bu orbital türlerini daha yakından tanımaya ne dersiniz?

s orbitalleri

"s" orbitalleri küre şeklindedir. Çekirdekten uzaklaştıkça kürelerin çapı büyür. Her enerji düzeyinin s orbitali vardır. Görsel 1.5'de görüldüğü gibi 1s, 2s, 3s...şeklinde gider. $l=0$ değerine sahip olan orbitaller s orbitalidir.

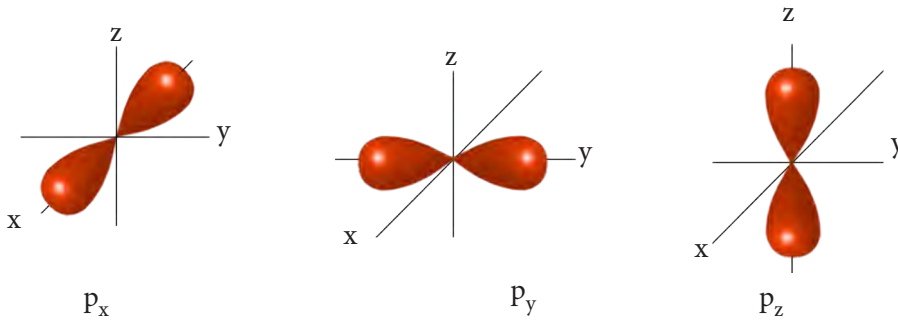


Görsel 1.5 s orbitalleri

1s → orbital türü
↓
Baş kuantum sayısı
Katman sayısı
Enerji düzeyi

p orbitalleri

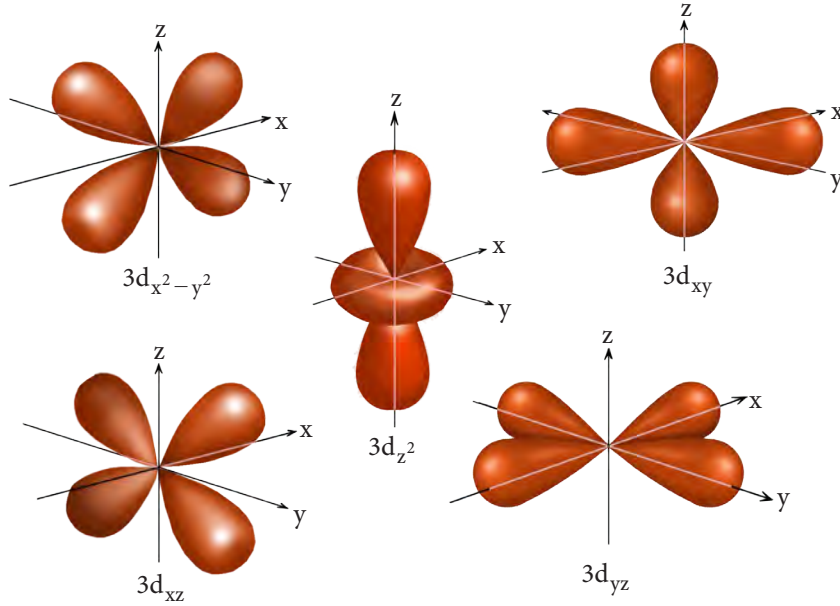
$n = 2$ baş kuantum sayısı ile başlar $l = 1$ değerine sahip olan orbitaller p orbitalidir. Bu değere karşılık m_l , üç değer aldığından $-1, 0, +1$ olmak üzere, üç çeşit p orbitali vardır (Görsel 1.6). Çekirdeğin merkezinden geçen bir simetri eksenini vardır. x, y ve z ekseninde yönlenmelerine göre p_x, p_y, p_z isimlerini alırlar.



Görsel 1.6 P orbitalleri

d orbitalleri

d orbitalleri $n = 3$ baş kuantum sayısı ile başlar. $l=2$ için m_l beş farklı değer alabilir (-2, -1, 0, +1, +2). Buna göre beş tür d orbitali bulunur (Görsel 1.7)



Görsel 1.7 d orbitalleri

Aşağıdaki tabloda $n= 1,2,3,4$ enerji seviyelerine ait orbital türleri, kuantum sayıları ve orbital sayıları verilmiştir. İnceleyiniz.

Baş kuantum sayısı		Açısal momentum kuantum sayısı		Manyetik kuantum sayısı m_l	İkincil katmanların (orbital) sayısı	Elektron sayısı
n	Katman	l	İkincil katman			
1	K	0	1s	0	1	2
2	L	0	2s	0	1	2
		1	2p	-1 0 +1	3	6
3	M	0	3s	0	1	2
		1	3p	-1 0 +1	3	6
		2	3d	-2 -1 0 +1 +2	5	10
4	N	0	4s	0	1	2
		1	4p	-1 0 +1	3	6
		2	4d	-2 -1 0 +1 +2	5	10
		3	4f	-3 -2 -1 0 +1 +2 +3	7	14

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

Elektronların bulunduğu orbitale göre kuantum sayılarının belirlendiği örneği inceleyiniz.



1. UYGULAMA

2s orbitalinin baş kuantum sayısı, açısal momentum kuantum sayısı, manyetik kuantum sayısı kaçtır?

Çözüm: Baş kuantum sayısı $n= 2$ 'dir.

Açısal momentum kuantum sayısı s orbitali olduğundan $l= 0$

Manyetik kuantum sayısı $l= 0$ olduğundan $m_l= 0$ 'dır.



2. UYGULAMA

1. Çizelgede verilen orbitallerin kuantum sayılarını yazınız.

Orbital	Baş kuantum sayısı(n)	Açısal momentum kuantum sayısı(l)	Manyetik kuantum sayısı(m_l)
3s			
4p			
3d			

Çözüm:

Orbital	Baş kuantum sayısı(n)	Açısal momentum kuantum sayısı(l)	Manyetik kuantum sayısı(m_l)
3s	3	0	0
4p	4	1	3
3d	3	2	5

2. Aşağıda verilen karşılaştırmaların doğru ya da yanlış olanları noktalı yerlere yazınız.

$n=2$ $l= 0$ → orbital: 2s

$n=3$ $l= 1$ → orbital: 3p

$n=3$ $l= 2$ → orbital: 3s

$n=4$ $l= 0$ → orbital: 4s

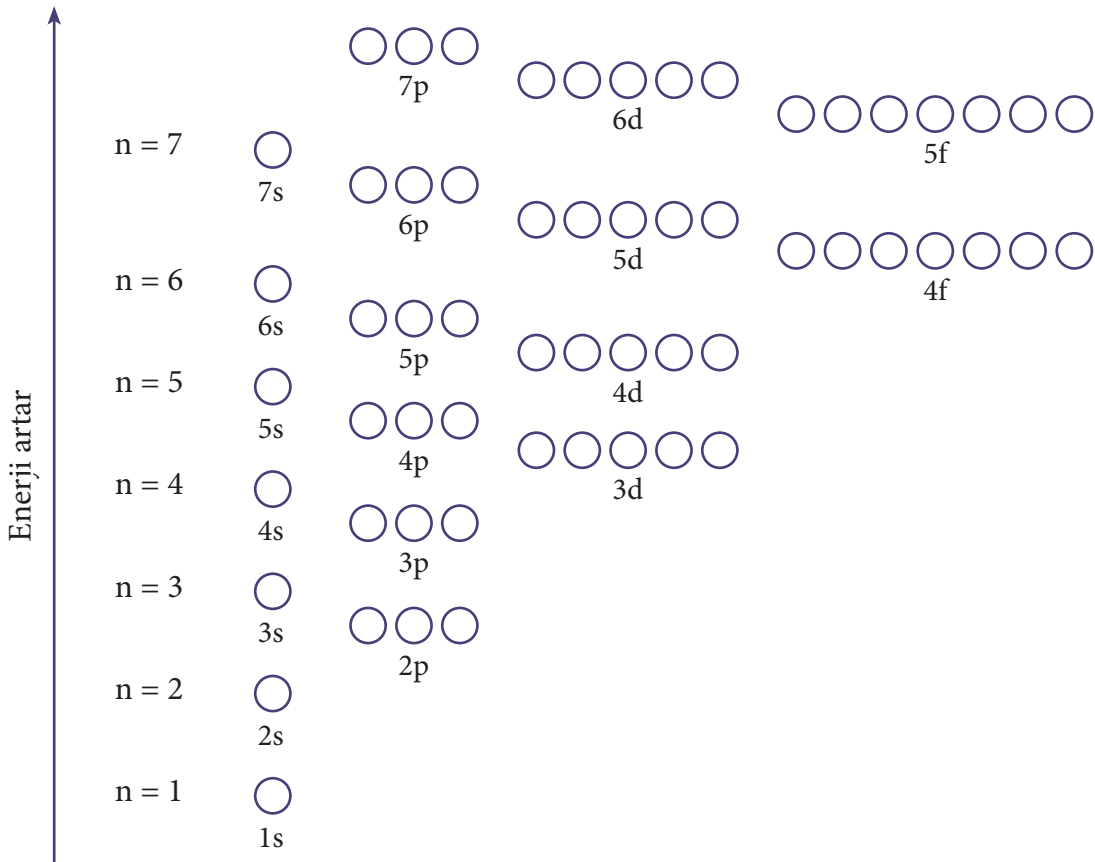
$n=4$ $l= 2$ → orbital: 4d

Çözüm:

1) D 2) D 3) Y 4) D 5) D

Atomda dört kuantum sayısı herhangi bir orbitaldeki bir elektronun yerini bilmesini sağlar. Bu durumu postacının adrese ulaştıracağı bir zarfın üzerinde yazılı adrese benzetebiliriz. Adres satırında semt, mahalle, cadde, bina ya da daire numaraları olmadan postacı zarfı yerine ulaştıramazsa, atomda da dört kuantum sayısından biri olmaz ya da yanlış olursa elektronun yerini belirlemek zorlaşır.

Çekirdeğe yakın orbitallerin enerjisi düşükken çekirdekten uzaklaştıkça orbitallerin enerjisi artar. Elektronlar orbitallere en düşük enerjili orbitalden başlayarak yerleşirler. Aynı katmanda bulunan farklı türdeki orbitallerin enerjileri büyükten küçüğe doğru sıralandığında f, d, p ve s orbitalleri şeklinde olduğu görülür. p_x , p_y , p_z olmak üzere üç tür olan p orbitalleri ise eş enerjilidir. Yani enerjileri birbirine eşittir (bu durum d ve f orbitallerinde de geçerlidir).



Görsel 1.8 Orbitallerin enerji düzeyleri

Yukarıda (Görsel 1.8) çok elektronlu atomlarda orbitallerin enerji düzeyleri verilmiştir. İnceleyiniz.

Tabloda da görüldüğü gibi en düşük enerjili orbitalden başlayarak orbitallerin enerjileri arasındaki ilişki; $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p, \dots$ şeklindedir.

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

Atom numarası arttıkça ve dolayısıyla katman sayısı arttıkça katmanlar arası enerji farkının azaldığı görülmektedir. Örneğin; tabloda 3d orbitalinin enerjisinin 4s 'den yüksek olduğu dikkatinizi çekti mi? Bu duruma orbitallerde bulunan elektronların birbirini itme kuvvetleri neden olmaktadır. Orbitallerin “ $n+l$ ” değeri arttıkça enerjileri de artar.

Orbitallerin enerji sıralamaları ilgili verilen örnekleri inceleyiniz.



3. UYGULAMA

3s, 3p, 3d orbitallerinin enerjilerini sıralayınız.

Çözüm:

Orbitallerin n ve l değerleri tespit edilir ve buna göre “ $n+l$ ” hesaplanır.

Orbital	3s	3p	3d
n	3	3	3
l	0	1	2
$n + l$	3	4	5

“ $n+l$ ” toplamalarına göre 3s, 3p, 3d orbitallerinin enerjileri sıralanır.

Buna göre ; $3d > 3p > 3s$ şeklinde olur.



4. UYGULAMA

4s, 4p, 3d orbitallerinin enerjilerini sıralayınız.

Çözüm:

Orbitallerin n ve l değerleri tespit edilir ve buna göre “ $n+l$ ” hesaplanır.

Orbital	4s	4p	3d
n	4	4	3
l	0	1	2
$n + l$	4	5	5

“ $n+l$ ” toplamalarına göre 4s orbitalinin enerjisi en düşüktür. 4p ve 3d orbitallerinin ise “ n ” sayısı büyük olanın enerjisi daha büyük olur. Bu nedenle 4s, 4p, 3d orbitallerinin enerji sıralaması; $4p > 3d > 4s$ şeklinde olur.

1.2. PERİYODİK SİSTEM VE ELEKTRON DİZİLİMLERİ

Bir atomda elektron dizilimi o atomdaki elektronların orbitallere nasıl yerleştiğini gösterir. Atomların elektron dizilimlerine bakılarak da atomun periyodik sistemdeki yeri tespit edilir. Buna göre de elementin sınıflandırması yapılarak fiziksel ve kimyasal özellikleri ve diğer elementlerle yapacağı etkileşme türleri belirlenebilir.

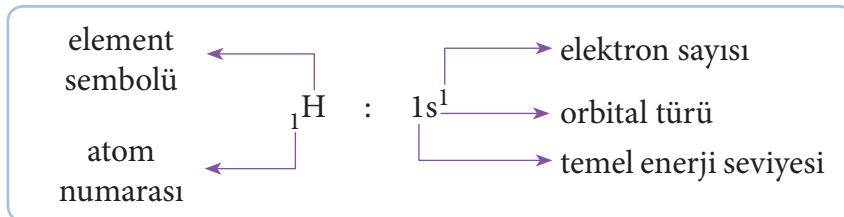
Elektronlar orbitallere çekirdeğe en yakın olan yani en düşük enerjili orbitalden başlayarak yerleşir. Buna göre elektronlar 1s orbitalinden yerleşmeye başlar. Orbitalerin enerjilerine göre elektronlar tarafından doldurulması aşağıdaki sıra ile gerçekleşir.

1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p...

1926 yılında Wolfgang Pauli'nin (Volfgan Pauli) ortaya koyduğu ve adıyla anılan **Pauli İlkesi'ne** göre; bir atomda hiçbir zaman dört kuantum sayısı da aynı olan iki elektron bulunamaz. İki elektronun üç kuantum sayısı n , l ve m_l sayıları aynı olsa da m_s yani elektronların orbitaldeki yönleri farklı olmalıdır. Bu ilke, bir orbitalin iki elektron aldığını ve elektronların zıt spinli olduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla tek tür olan s orbitaline en fazla iki elektron, üç tür olan p orbitaline en fazla altı elektron, beş tür olan d orbitaline ise en fazla 10 elektron yerleşebilir.

Orbital adı	Orbitalerin sayısı	Alabileceği en fazla elektron sayısı
s	1	$1 \times 2 = 2e^-$
p	3	$3 \times 2 = 6e^-$
d	5	$5 \times 2 = 10e^-$
f	7	$7 \times 2 = 14e^-$

H atomu üzerinden elektron dizilimini yapacak olursak; hidrojenin 1 elektronu vardır ve bu elektron atomda en düşük enerjili orbital olan 1s orbitaline yerleşir. Yerleşen elektron üst indis şeklinde s'nin üzerinde gösterilir.



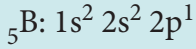
1. Ünite: Modern Atom Teorisi



5. UYGULAMA

${}_5\text{B}$ atomunun elektron dizilimini yapınız.

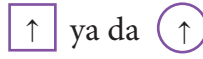
Çözüm:



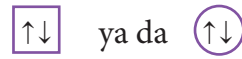
Boş orbital



Yarı dolu orbital

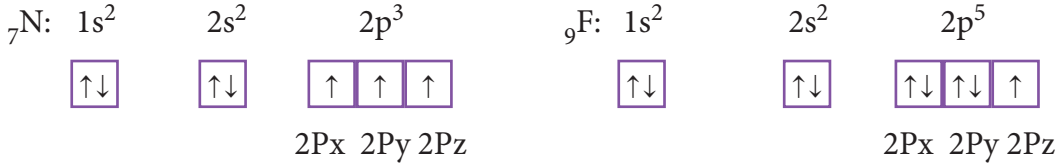


Tam dolu orbital



şeklinde gösterilir.

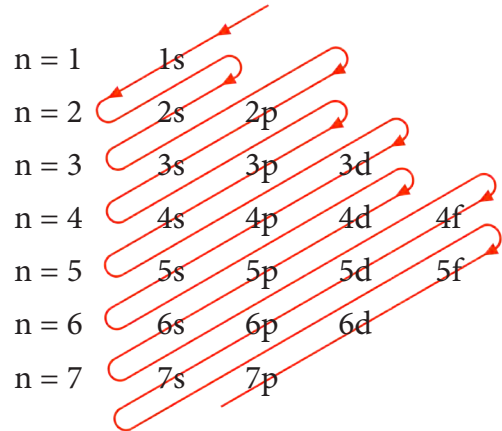
Bor atomunun orbital gösterimi ↑↓ ↑↓ ↑ şeklindedir.



Elektronlar eş enerjili orbitallere öncelikle birer birer yerleşirler. **Hund Kuralı** olarak bilinen bu kurala göre elektronlar önce boş orbitallere aynı spinli olacak şekilde yerleşirler daha sonra ters spinli olacak şekilde orbitallerdeki elektronlar ikiye tamamlanır.

Hund Kuralı'na göre p orbitallerine ve d orbitallerine elektronların yerleşmesi birer birer olmaktadır.

Atomların elektron dizilimleri **Aufbau (Aufba) Kuralı'na** göre yapılır. Aufbau Almanca'da inşa etme anlamına gelir ve bu kural atomların atom numaraları arttıkça elektron diziliminin nasıl inşa edileceğini gösterir. Pauli İlkesi ve Hund Kuralı'nı da içeren bu kurala göre elektronlar orbitallere en düşük enerjili orbitalden başlayarak yerleşir. Her orbital en fazla 2 elektron alabilir.



Bu yerleşim sırasını hata yapmadan yapabilmek için yukarıda verilen şemanın kullanılması yararlı olacaktır.

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p

Bu şemaya göre en tepeden başlamak üzere okların yönü takip edilerek gidildiğinde üstte verilen sıralama yapılmış olur.

Aşağıdaki tabloda periyodik tabloda yer alan ilk 24 elementin elektron dizilimleri verilmiştir. İnceleyiniz.

Element Sembolü	Atom Numarası	Elektron Dizilimi	En Yakın Soygazdan Yararlanarak Yazılan Elektron Dizilimi
H	1	$1s^1$	–
He	2	$1s^2$	–
Li	3	$1s^2 2s^1$	[He] $2s^1$
Be	4	$1s^2 2s^2$	[He] $2s^2$
B	5	$1s^2 2s^2 2p^1$	[He] $2s^2 2p^1$
C	6	$1s^2 2s^2 2p^2$	[He] $2s^2 2p^2$
N	7	$1s^2 2s^2 2p^3$	[He] $2s^2 2p^3$
O	8	$1s^2 2s^2 2p^4$	[He] $2s^2 2p^4$
F	9	$1s^2 2s^2 2p^5$	[He] $2s^2 2p^5$
Ne	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	[He] $2s^2 2p^6$
Na	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	[Ne] $3s^1$
Mg	12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	[Ne] $3s^2$
Al	13	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	[Ne] $3s^2 3p^1$
Si	14	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	[Ne] $3s^2 3p^2$
P	15	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	[Ne] $3s^2 3p^3$
S	16	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	[Ne] $3s^2 3p^4$

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

Element Sembolü	Atom Numarası	Elektron Dizilimi	En Yakın Soygazdan Yararlanarak Yazılan Elektron Dizilimi
Cl	17	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$
Ar	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$
K	19	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	$[\text{Ar}] 4s^1$
Ca	20	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	$[\text{Ar}] 4s^2$
Sc	21	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^1$
Ti	22	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^2$
V	23	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^3$
Cr	24	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$	$[\text{Ar}] 4s^1 3d^5$

Cr ve Cu dışında verilen atomların elektron dizilimlerinde d orbitalleri düzenli bir biçimde dolar. Bu atomların son orbitallerinin elektron dizilimi ise; Cr $3d^5$, Cu... $3d^{10}$ şeklinde olup özel bir kararlılığa sahiptir.

${}_{24}\text{Cr}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$ şeklinde olması beklenirken,

${}_{24}\text{Cr}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ şeklinde olmaktadır.

${}_{29}\text{Cu}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$ şeklinde olması beklenirken,

${}_{29}\text{Cu}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$ şeklinde olmaktadır.

Atomun elektron dizilimi yapıldığında son orbitali yarı dolu veya tam dolu orbitallerden herhangi biriyle sonlanıyorsa (s^1 , s^2 , p^3 , p^6 , d^5 , d^{10}) atomda **küresel simetri** özelliği vardır. Küresel simetri özelliği atoma kararlılık kazandırır.

Örnek

${}_{7}\text{X} = 1s^2 2s^2 2p^3$ küresel simetri gösterir.



eş enerjili orbitalleri yarı dolu olduğundan küresel simetri gösterir.

${}_{9}\text{Y} = 1s^2 2s^2 2p^5$ küresel simetri göstermez.



eş enerjili orbitalleri ne tam dolu ne de yarı dolu olduğundan küresel simetri göstermez.

Atomların katman-elektron dizilimlerini yapmayı öğrenmiştiniz. Atomun bu katman-elektron diziliminde son katmandaki elektronlar atomun kimyasal davranışını ortaya koyar. Nötr bir atomun elektron diziliminde son katmanda bulunan elektronlara **değerlik elektronları**, bu orbitallerin bulunduğu orbitallere de **değerlik orbitalleri** denir. Aşağıda elektron dizilimleri verilmiş olan atomların değerlik orbitalleri ve değerlik elektronları gösterilmiştir. İnceleyiniz.

${}_{11}\text{Na}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \rightarrow$ Değerlik orbitalleri “s”



Değerlik elektronu; **1**

${}_{8}\text{O}: 1s^2 2s^2 2p^4 \rightarrow$ Değerlik orbitalleri “s ve p”



Değerlik elektronları; **2 + 4 = 6**

Acaba atomlar elektron aldığında ya da verdiğiinde elektron dizilimleri nasıl yapılmaktadır? Aşağıda verilen örnekleri inceleyiniz.

Örnek

Lityum atomunun elektron dizilimi;

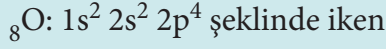
${}_{3}\text{Li}: 1s^2 2s^1$ şeklinde iken,

Lityum atomu 1 elektron verdiğiinde 2 elektronu kalır ve lityum iyonunun (Li^+) elektron dizilimi;

${}_{3}\text{Li}^+: 1s^2$ şeklinde olur ve helyum soy gazının elektron dizilimine benzer.

Örnek

Oksijen atomunun elektron dizilimi;



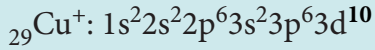
Oksijen atomu 2 elektron aldığıında 10 elektronu olur ve oksijen iyonunun (O^{2-}) elektron dizilimi;

${}_8\text{O}^{2-}: 1s^2 2s^2 2p^6$ şeklinde olur ve kendine en yakın soy gaz olan neonun elektron dizilimine benzer.

Bir atom elektron verirken öncelikle enerjisi en yüksek olan orbitaldeki elektronunu verir.

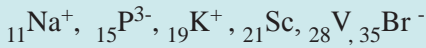
Örnek

${}_{29}\text{Cu}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$ Cu atomu 1 elektron verirken en yüksek enerjili orbitali olan 4s'den verir. Dolayısıyla elektron dizilimi aşağıdaki gibi olur.

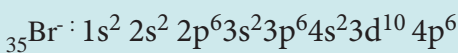
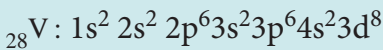
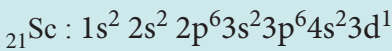
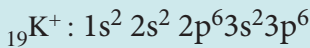
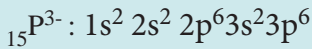
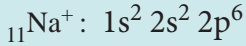


6. UYGULAMA

Aşağıda verilen atom ve iyonların elektron dizilimlerini yapınız.



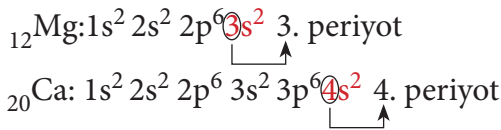
Çözüm



Acaba atom numarası bilinen bir atomun periyodik tablodaki yeri nasıl bulunabilir? Bunun için atomun nötr durumda iken elektron dizilimine bakmak gerekir. Nötr bir atomun elektron diziliminde değerlik orbitalleri ve değerlik elektronlarından yararlanılır. Bir atomun nötr elektron diziliminde değerlik orbitalinin bulunduğu katman o atomun **periyodunu** belirler.

Örnek

Atom numarası 12 olan magnezyum(Mg) elementi ile atom numarası 20 olan kalsiyum(Ca) elementinin periyot numarasını bulalım.



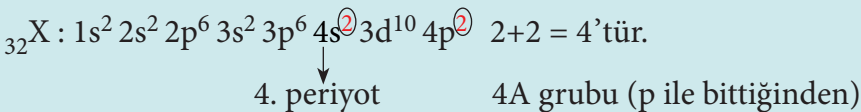
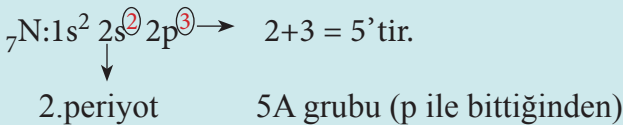
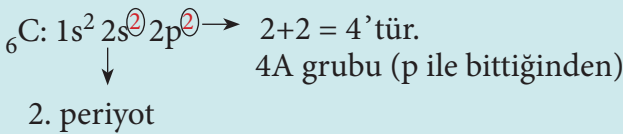
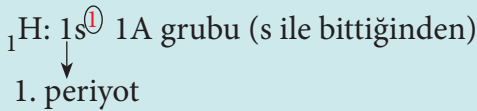
Periyot numarası belirlendikten sonra, periyodik sistemde hangi grupta yer aldığını bulmak için de nötr bir atomun elektron diziliminde değerlik elektronlarına bakılır. Değerlik elektron sayısı atomun grup numarasını verir. Nötr atomun elektron dizilimi s veya p orbitaliyle bitiyorsa atom **A** grubunda, d orbitaliyle bitiyorsa **B** grubunda, f orbitaliyle bitiyorsa Lantanit - Aktinit grubunda yer alır.



7. UYGULAMA

${}_{1}\text{H}$, ${}_{6}\text{C}$, ${}_{7}\text{N}$, ${}_{32}\text{X}$ atomlarının periyodik tablodaki yerlerini belirleyiniz.

Çözüm:



1. Ünite: Modern Atom Teorisi

Elektron dağılımlarında sonu d ile biten elementler periyodik tabloda B grubunda bulunurlar. Bu atomların değerlik elektronları, s ve d orbitalinde bulunan elektron sayılarının toplamıdır ve bu sayı grup numarasını verir. 8B grubu 3 tanedir. Değerlik elektron sayıları toplamı 8, 9 ve 10 olan atomlar bu grupta yer alır. Değerlik elektron sayıları toplamı 10'dan büyükse bu sayı 10'dan çıkarılarak grup numarası bulunabilir.

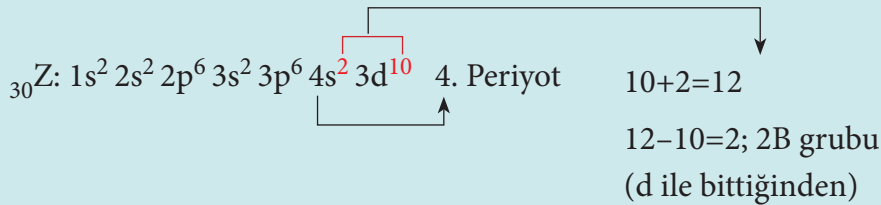
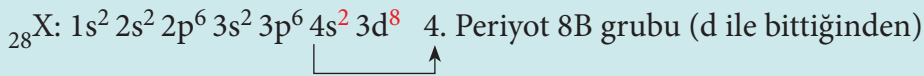
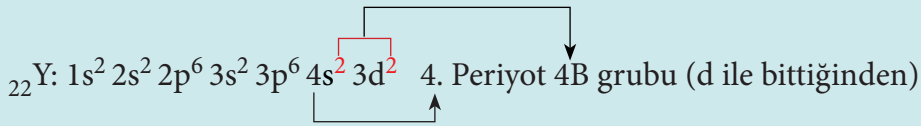
3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B
$s^2 d^1$	$s^2 d^2$	$s^2 d^3$	$s^2 d^4$	$s^2 d^5$	$s^2 d^6$	$s^2 d^7$	$s^2 d^8$	$s^1 d^{10}$	$s^2 d^{10}$



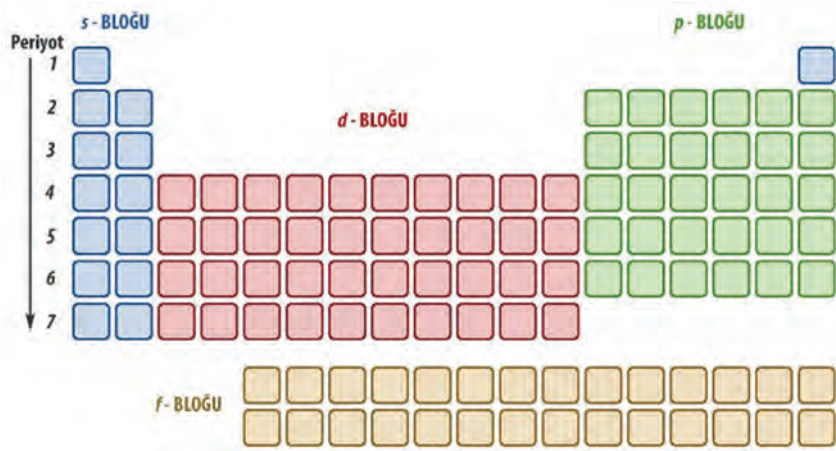
8. UYGULAMA

${}_{22}\text{Y}$, ${}_{28}\text{X}$, ${}_{30}\text{Z}$ atomlarının elektron dizilimlerini yaparak periyodik sistemdeki periyot ve gruplarını belirleyiniz.

Çözüm:



Periyodik tablonun IUPAC 'e göre 18 gruptan oluştuğunu daha önceki yıllarda öğrenmişsiniz. Görsel 1.9'da görüldüğü gibi elektron dizilimleri s orbitali ile bitenler **s-blok** elementleri, p ile bitenler **p-blok** elementleri, d ile bitenler **d-blok** elementleri, f ile bitenler ise **f-blok** elementleridir.

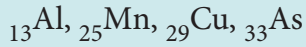


Görsel 1.9 Periyodik sistemde bloklar

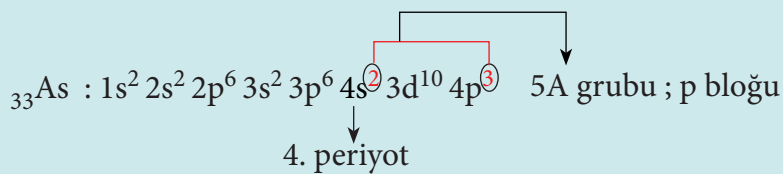
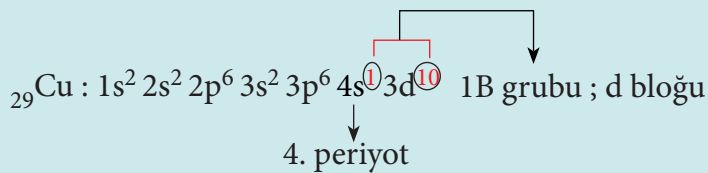
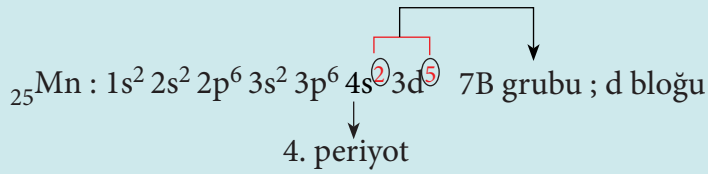
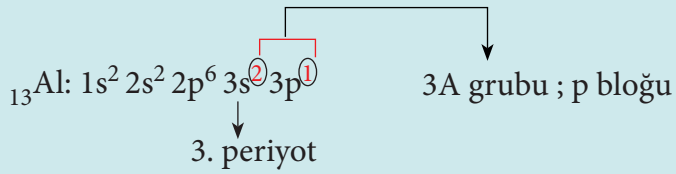


9. UYGULAMA

Aşağıda verilen atomların elektron dizilimlerini yaparak periyodik sistemdeki periyot, grup ve bloklarını belirleyiniz.



Çözüm:

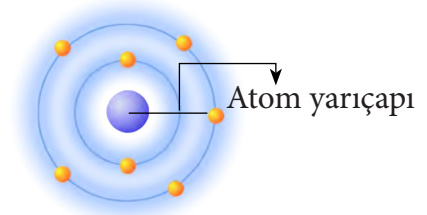


1.3. PERİYODİK ÖZELLİKLER

Periyodik özelliklerin değişme eğilimlerini önceki yıllarda öğrenmişsiniz. Şimdi bu eğilimlerin değişimini sebepleriyle birlikte öğrenmeye ne dersiniz?

Atom Yarıçapı

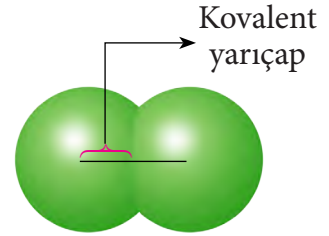
Atomun merkezi ile son katmanı arasındaki uzaklık atom yarıçapıdır (Görsel 1.10). Atomların yaptığı bağ türüne göre yarıçaplar üçe ayrılır.



Görsel 1.10 Atom yarıçapı

1. Kovalent Yarıçap

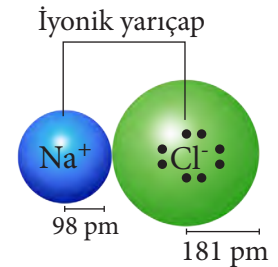
Ametal atomları arasında elektronların ortaklaşa kullanılmasıyla oluşan bağa kovalent bağ denildiğini biliyoruz. Tek bir kovalent bağla bağlanmış eşdeğer iki atomun çekirdekleri arasındaki uzaklığın yarısına **kovalent yarıçap** denir. Görsel 1.11 de klor molekülünün (Cl_2) çapı çizgi ile gösterilmiştir. Bunun yarısı da Cl_2 molekülünün yarıçapıdır.



Görsel 1.11 Cl_2 molekülündeki kovalent yarıçapın gösterimi

2. İyonik Yarıçap

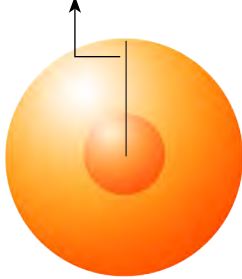
Metal atomları ile ametal atomları arasında elektron alışverişi ile oluşan kimyasal bağa iyonik bağ denildiğini biliyoruz. İyonik bağı oluşturan metal atomları elektron vererek katyon oluştururken ametal atomları da elektron alarak anyon oluşturur. İyonik bağı oluşturan katyon ve anyonların çekirdekleri arasındaki uzaklık ölçülür. Bu iyonlar eşdeğer büyüklükte olmadığından, aralarındaki uzaklığın katyon ve anyon arasında bölüştürülmesiyle elde edilen yarıçapa **iyonik yarıçap** denir. Görsel 1.12'de NaCl iyonik bileşiğinde iki iyonun çekirdekleri arasındaki uzaklıktan Na^+ iyonunun yarıçapı çıkarıldığında Cl^- iyonunun yarıçapı hesaplanır.



Görsel 1.12 NaCl bileşiğindeki iyonik yarıçap

3. Van der Waals Yarıçap

Van der Waals yarıçap

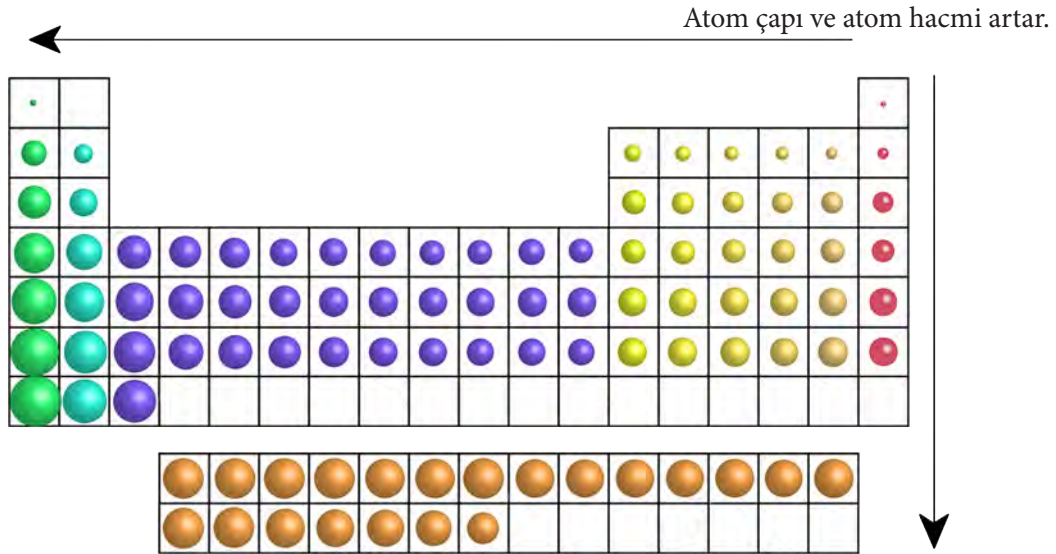


Görsel 1.13

Van der Waals yarıçap

Soy gaz atomları yüksek basınçlarda ve düşük sıcaklıklarda katı hale geçerken aralarındaki etkileşimlerden yararlanarak Van der Waals yarıçap hesaplanır. Örneğin, 3. periyot soy gazı argonun 1atm dış basınçta erime sıcaklığı 83,6 K 'dir. Argon erime sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda katı hâldedir. Katı halde iken hesaplanan soy gaz elementinin atomlarının merkezleri arasındaki uzaklığın yarısına Van der Waals yarıçapı denir (Görsel 1.13).

Periyodik sistemde yukarıdan aşağıya doğru inildikçe katman sayısı bir arttığından atom hacmi artar dolayısıyla da atom yarıçapı da artar. Aynı periyotta soldan sağa doğru gidildikçe katman sayısı aynı kalmasına rağmen proton sayısı dolayısıyla çekirdeğin çekim gücü artar. Bu nedenle son katmanda bulunan elektronları daha çok kendine doğru çeker ve böylece atom yarıçapı küçülür. Bu değişim görsel 1.14 'de verilmiştir.



Görsel 1.14 Periyodik sistemde atom yarıçaplarının değişimi

Acaba atom elektron alıp verdiğiğinde atom yarıçapında nasıl bir değişiklik olur? Nötr bir atom elektron aldığıında (anyon) çekirdek yükü yani proton sayısı değişmez ancak "+" yük başına düşen "-" yük sayısı arttığından çekirdek elektronlara daha zayıf çekim uygular. Anyonun atom hacmi artar dolayısıyla da atom yarıçapı da artar. Dolayısıyla da anyonlar oluştukları atomlardan daha büyük boyuta sahiptirler.

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

Nötr bir atom elektron verdiğinde (katyon) çekirdek yükü yani proton sayısı değişmez ancak "+" yük başına düşen "-" yük sayısı azaldığından çekirdek elektronlara daha güçlü çekim uygular. Katyonun atom hacmi azalır dolayısıyla atom yarıçapı da azalır. Dolayısıyla da katyonlar oluştukları atomlardan daha küçüktürler.

Örnek

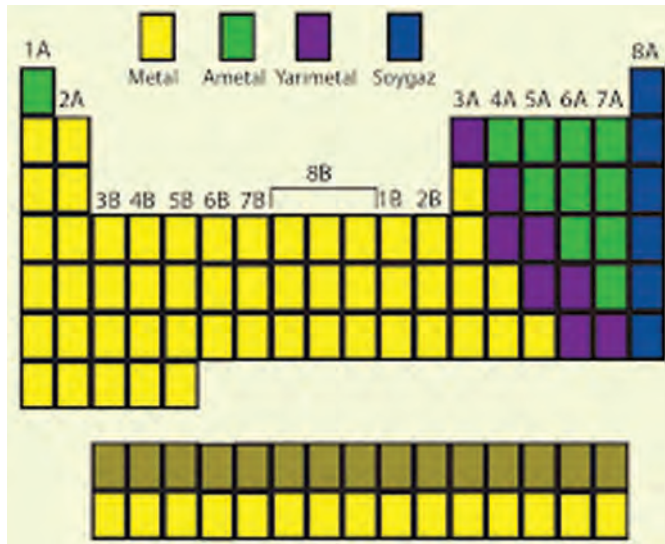
Na^+ , Mg^{2+} , O^{2-} , N^{3-} iyon çaplarını sıralayınız. ($_{11}\text{Na}$, $_{12}\text{Mg}$, $_8\text{O}$, $_7\text{N}$)

Çözüm

Bu iyonlar izoelektroniktir. Yani hepsinin elektron sayısı eşittir ve 10'dur. İçerdikleri proton sayısına göre küçükten büyüğe doğru Mg, Na, O, N şeklinde sıralanır. Proton sayısı fazla olan atomda elektronlar, çekirdek tarafından daha güçlü çekilir. O hâlde izoelektronik katyonlarda iyon yükü daha büyük olan katyon boyut olarak daha küçüktür. Sıralama ; $\text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+ < \text{O}^{2-} < \text{N}^{3-}$ şeklinde olur.

Metalik / Ametalik Özellikler

Periyodik sistemde görsel 1.15 incelendiğinde metaller sistemin sol tarafında ametaller sistemin sağ tarafında yoğunlaşmıştır.



Görsel 1.15 Periyodik sistemde metal ve ametaller

Son katmanlarında 1, 2 ve 3 elektron bulunan ve elektron vermeye yatkın elementlerin metal, son katmanlarında 5, 6 ve 7 elektron bulunan ve elektron almaya yatkın elementlerin ametal olduğunu biliyoruz. Elektron verme isteği atomun yarıçapı büyüdükçe artar. Bir atomda değerlik elektronları çekirdekten uzaklaştıkça, çekirdek

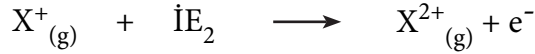
tarafından elektronlara uygulanan çekim kuvveti azalır ve atomun elektron vermesi kolay olur. Bu nedenle periyodik sistemde aynı periyotta soldan sağa doğru gidildikçe metalik özellik azalırken aynı grupta yukarıdan aşağıya doğru inildikçe metalik özellik artar.

İyonlaşma Enerjisi

Gaz halde bulunan nötr bir atomdan elektron koparmak için gereken enerjiye **iyonlaşma enerjisi** denir. Gaz halindeki nötr bir atomdan bir elektron koparmak için gereken enerji **birinci iyonlaşma enerjisidir** (IE_1).

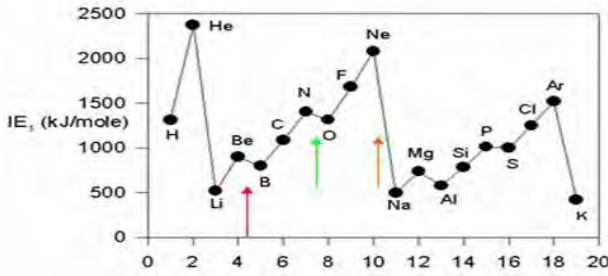


+1 yüklü iyonun ikinci elektronu koparmak için gereken enerji **ikinci iyonlaşma enerjisidir** (IE_2).



Herhangi bir atom için daima $IE_1 < IE_2 < IE_3 \dots$ geçerlidir. Yani bir sonraki elektronu koparmak daha fazla enerji gerektirir.

Gruplarda iyonlaşma enerjisi sıralaması, $1A < 3A < 2A < 4A < 6A < 5A < 7A < 8A$ şeklindedir. Bu sıralamada 2A grubunun 3A grubundan, 5A grubunun ise 6A grubundan daha büyük iyonlaşma enerjisine sahip olduğu dikkatinizi çekti mi? 2A ve 5A grubu elementlerinin elektron dizilimi yapıldığında küresel simetri özelliği olduğu görülür.



Görsel 1.16 Periyodik sistemde elementlerin iyonlaşma enerjileri

Görsel 1.16'da verilen grafikte periyodik sistemde atom numaraları 1'den 20'ye kadar olan elementlerin iyonlaşma enerjileri görülmektedir. Bor elementi 3A grubunda olmasına rağmen iyonlaşma enerjisi berilyum elementinininkinden daha düşüktür. Benzer durum azot ve oksijenin iyonlaşma enerjilerinde de görülmektedir.

Aynı grupta, katman sayıları arttıkça, elektronun çekirdek tarafından çekimi azalacağından, iyonlaşma enerjileri azalır.

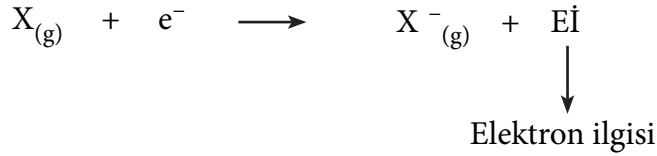
Element	Atom yarıçapı (pm)	IE_1 (kJ/mol)
Li	152	520,2
Na	186	495,8
K	227	418,8
Rb	248	403
Cs	265	375,7

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

Metallerin son enerji seviyelerinde 1, 2 ya da 3 elektronu bulunduğundan metallerin son katmanlarından elektron koparmak kolaydır. Ametallerin son katmanlarında 5, 6 ya da 7 elektron bulunduğundan elektron koparmak zordur. Bir atomdan elektron koparmak zorlaştıkça iyonlaşma enerjisi de artar.

Elektron İlgisi

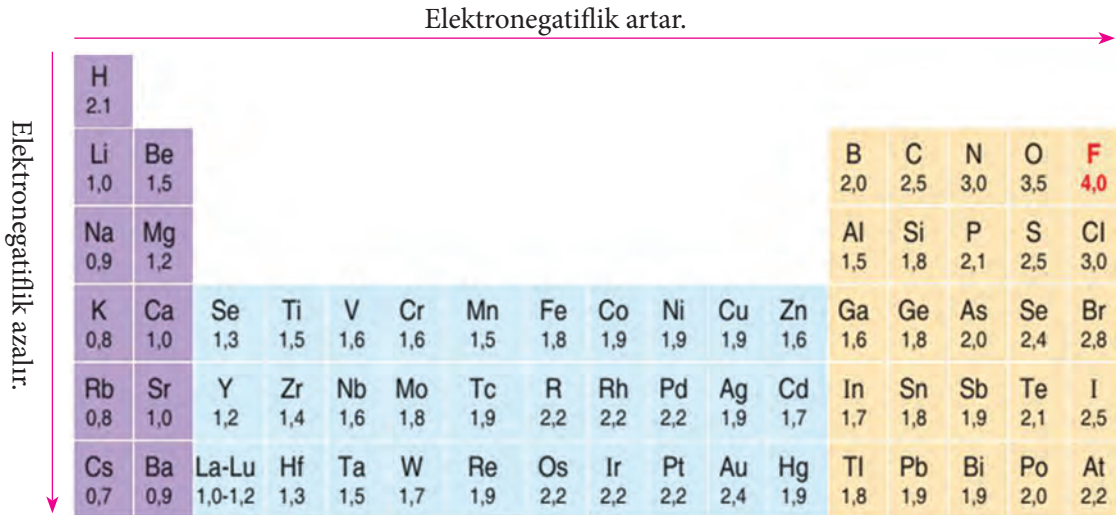
Elektron ilgisinin, gaz haldeki bir maddenin nötr bir atomunun bir elektron kazanması sırasındaki enerji değişimi olduğunu daha önceki yıllarda öğrenmişsiniz. Nötr bir atomun elektron almadan önceki enerjisiyle, elektron aldıktan sonraki enerjisi arasındaki fark o atomun elektron ilgisini verir.



Periyodik sistemde soldan sağa doğru gidildikçe genellikle elektron ilgisi artarken aynı grupta yukarıdan aşağıya doğru genellikle elektron ilgisi azalır. Ametallerin elektron ilgisi genellikle yüksektir, soy gazların elektron alma isteği ise çok azdır. A grubu elementlerinden Cl'un elektron ilgisi F'dan büyük olduğundan bu duruma uymaz.

Elektronegatiflik

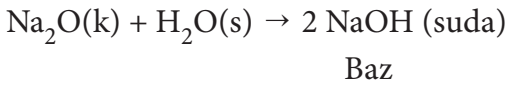
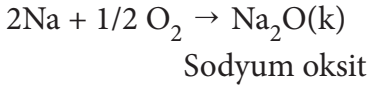
Elektronegatiflik, kovalent bir bileşiği oluşturan atomların bağdaki elektronları kendine çekme gücünün bir ölçüsüdür. Atomun çapı küçüldükçe ve proton sayısı arttıkça bağ elektronlarının çekirdek tarafından çekilmesi artar. Periyodik sistemde elektronegatiflik soldan sağa artarken yukarıdan aşağıya azalır. Periyodik sistemde elektronegatifliği en yüksek atom flor atomudur (Görsel 1.17).



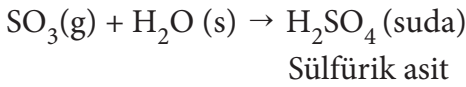
Görsel 1.17 Periyodik tabloda elementlerin elektronegatiflik değerleri

Asitlik/Bazlık Özellikleri

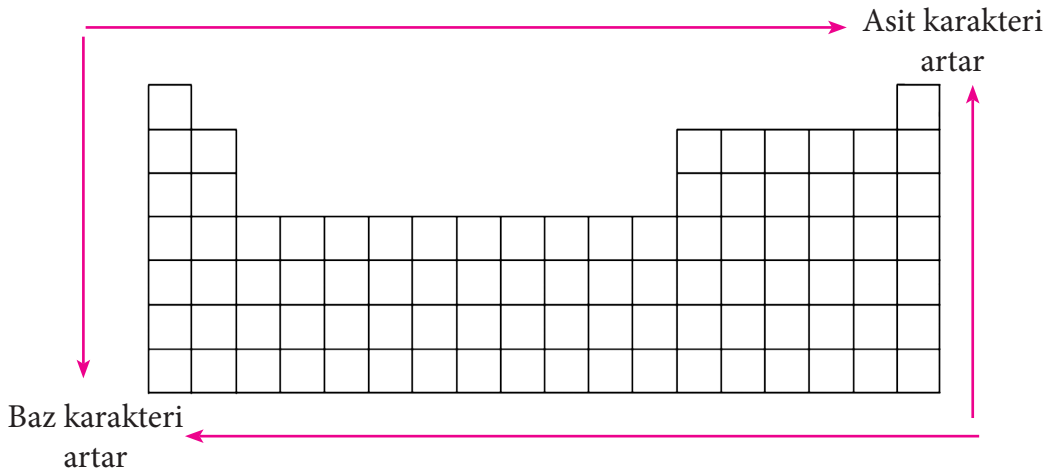
Oksijen hemen hemen tüm elementlerle tepkimeye girerek **oksit bileşiklerini** oluşturur. Oksit bileşiklerinin bazıları asidik özellik gösterirken bazıları da bazik özellik gösterir. Metal oksitlerin sulu çözeltileri genellikle bazik özellik gösterir. Örneğin; sodyumun oksijenle oluşturduğu sodyum oksit bileşiği suyla etkileştiğinde sodyum hidroksit bazını oluşturur.



Ametal oksitlerin (SO_2 , SO_3 , CO_2 gibi) çoğu asidiktir.



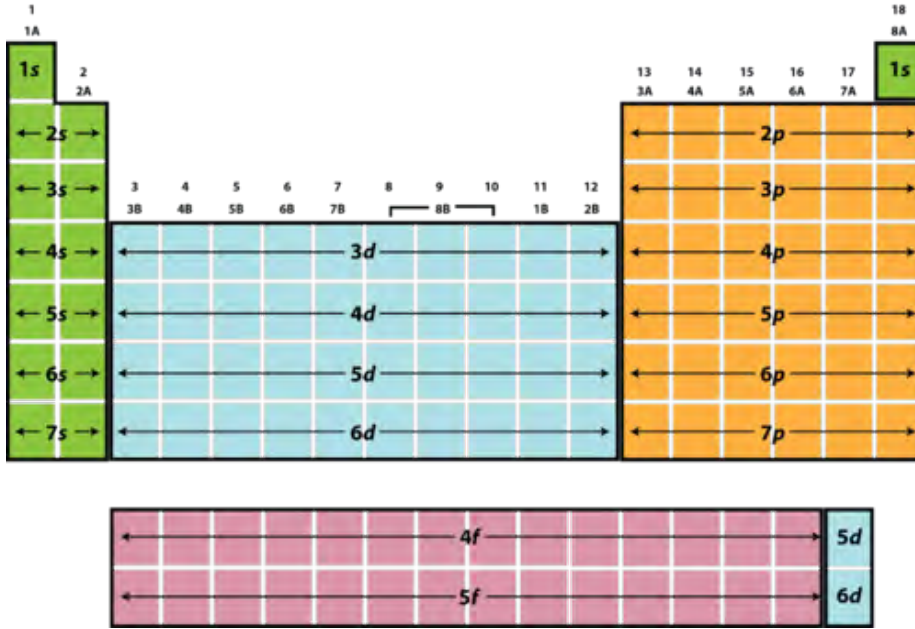
Bir periyotta soldan sağa doğru ve bir grupta aşağıdan yukarıya doğru gidildikçe element oksitlerinin asidik karakteri artar. Bir periyotta sağdan sola doğru ve bir grupta yukarıdan aşağıya doğru element oksitlerinin bazik karakteri artar.



Elementlerin hidroksitle (OH^-) oluşturdukları bileşikler hidroksit bileşikleridir. Hidroksit bileşiklerinde elementlerin elektron ilgisi o bileşiğin asit mi baz mı olduğunu belirler. Periyodik sistemde aynı periyotta soldan sağa gidildikçe elektron ilgisi artar. OH^- iyonu ile bağ yapan atomun çekirdek çekim gücü artar ve O-H bağı zayıflar. OH bağı zayıflayan bileşik asit özelliği gösterir. Periyotlarda soldan sağa doğru gidildikçe hidroksit bileşiklerinin asitliği artarken, baz özellikleri azalır. Gruplarda yukarıdan aşağıya doğru inerken hidroksitlerin asitlik özelliği azalırken baz özelliği artar.

1.4 ELEMENTLERİ TANIYALIM

Periyodik sistemin periyot ve gruplardan oluştuğunu ve sistemde soldan sağa doğru yatay sıralara **periyot**, yukarıdan aşağıya doğru inen dikey sütunlara **grup** denildiğini daha önceki konulardan biliyorsunuz. Aynı grupta bulunan elementler iyon yükleri, aktiflikleri, yaptıkları kimyasal bağlar, metal/ametal karakteri gibi özellikler yönünden benzer eğilimler gösterir. Elektronların bulunduğu alt kabuklar, periyodik sistem üzerinde farklı bloklarla gösterilir. Görsel 1.18’ de, elektron alt kabuklarının periyodik sistemdeki hangi bloklara denk geldiği farklı renklerle gösterilmiştir. İnceleyiniz.



Görsel 1.18 Periyodik sistemde bloklar

Şimdi periyodik sistemdeki blokların özelliklerini yakından tanımaya ne dersiniz?

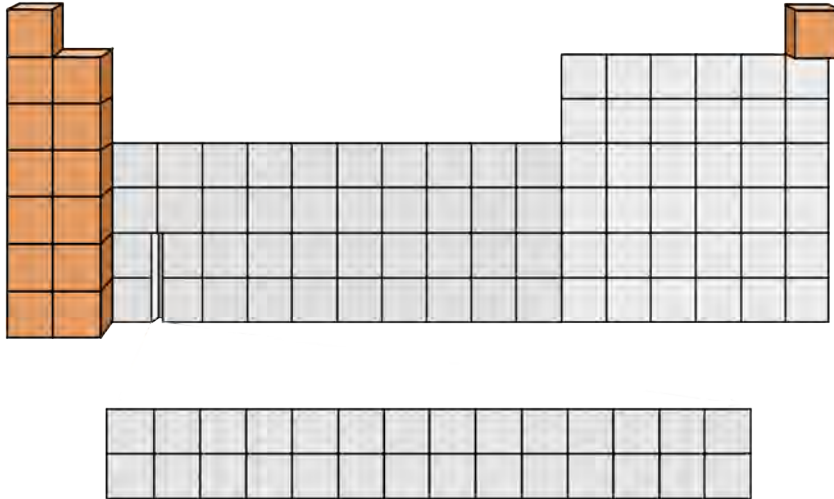
s Bloku Elementleri

Periyodik sistemde 1A ve 2A grubu elementleri, elektron dizilimleri s^1 ve s^2 ile bittiğinden **s bloku** elementleridir. Bu elementlerin ortak özellikleri elektron vermeye çok yatkındırlar ve bileşiklerinde pozitif değerlik alırlar. Hidrojen elementinin 1A grubunda olmasına rağmen bir ametal olduğunu daha önceki yıllarda öğrenmiştiniz. Bu blok elementlerinin hidrojen dışında hepsi metaldir. Elektron dizilimi ns^1 ile biter ve bir atom kaçınıcı periyotta ise s orbitalinin baş kuantum sayısı da o sayı olur. Helyum atomunda $1s^2$ elektron dizilimine sahip olduğundan bu blokta gösterilebilmektedir.

Örneğin, Mg atomu 3. Periyot 2A grubundadır. Öyleyse elektron dizilimi $3s^2$ ile biter. 4. periyottaki Ca elementinin elektron dizilimi $4s^2$ ile biter.

s bloku elementlerinin özelliklerini sıralayacak olursak (Görsel 1.19);

- En aktif metallerdir (H ve He hariç). Bu nedenle doğada saf halde bulunmazlar . Bileşikler hâlinde bulunurlar .
- Periyodik sistemin 1A ve 2A gruplarında bulunurlar (He 8A grubundadır).
- Bileşiklerinde +1 ve +2 değerlik alırlar (He hariç).
- Periyodik sistemde aynı periyotta yer alan elementlerden, atom yarıçapı en büyük olan elementler s bloku elementleridir.
- Ametallerle elektron alışverişi yaparak iyonik bağlı bileşikler oluştururlar.
- Su ile tepkimeye girerek bazıları, hava ile temas ettiklerinde metal oksitlerini oluştururlar.
- Erime ve kaynama noktaları diğer metallere kıyaslandığında düşüktür.
- İyonlaşma enerjileri ve elektronegatiflikleri düşüktür.



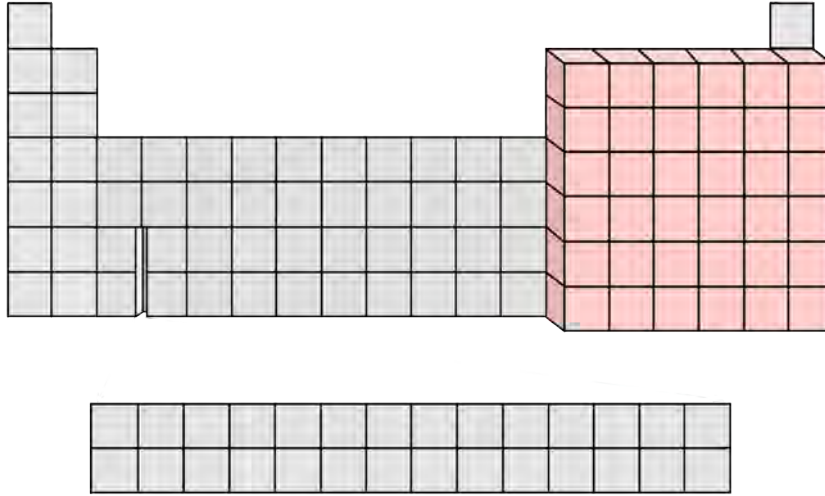
Görsel 1.19 s bloku elementleri

p Bloku Elementleri

Bu blokta 3A, 4A, 5A, 6A, 7A ve 8A grubu elementleri (He hariç) bulunmaktadır. Bu elementler arasında metal, ametal ve yarı metallerin olduğunu daha önceki konularda öğrenmiştiniz.

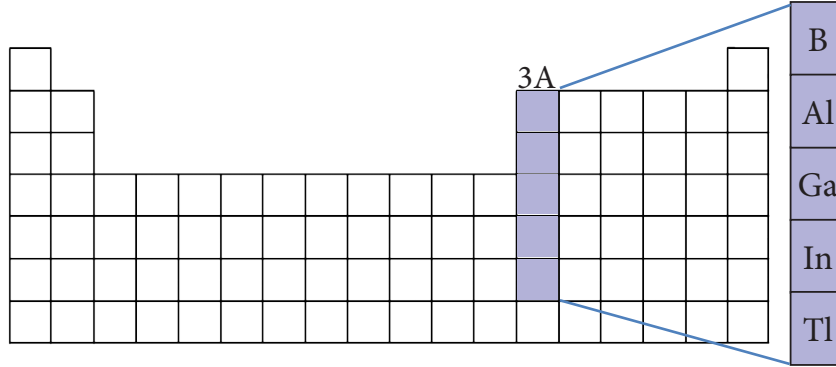
Periyodik sistemde metalik özellik periyotlarda soldan sağa doğru azalırken ametalik özellik artar. Gruplarda bu değişim yukarıdan aşağıya doğru metalik özellik artarken ametalik özelliğin azalması şeklindedir. Şimdi p bloku elementlerini gruplar olarak inceleyelim (Görsel 1.20).

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

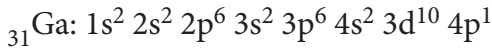
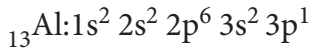
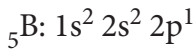


Görsel 1.20 p bloku elementleri

3A grubu elementleri; grubun ilk üyesi bor yarı metal, grubun diğer elementleri metaldir (Görsel 1.21).



Görsel.1.21 3A grubu elementleri



3A grubu elementlerinin elektron dizilimlerine bakıldığında $ns^2 np^1$ ile bitmektedir. Grup elementlerinin soy gaz elektron dizilimine benzemek için s yörüngesindeki 2, p yörüngesindeki 1 elektronu kolaylıkla verip +3 değerlikli olmaları beklenir. Bileşiklerinde genellikle kovalent bağ yapan bor bu özelliği göstermez. Ancak borun bileşik yaptığı elementlerin çoğunun elektronegatifliği büyük olduğundan bileşik içinde bor, +3 değerlikli olarak kabul edilir. Bordan sonra gelen ikinci element alüminyum

A periodic table with the elements of group 7A highlighted in a light blue color. The elements are Fluorine (F), Chlorine (Cl), Bromine (Br), Iodine (I), and Astatine (At). The group is labeled '7A' at the top of the column.

Görsel 1.25 7A grubu elementleri

8A grubu Asal Gazlar (Soy Gazlar)

Helyum (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), ksenon (Xe) ve radon (Rn) başlıca asal gazlardır (Görsel 1.26). Asal gazlar havanın bileşiminde bulunur. Helyum bazı radyoaktif maddelerin bozunma ürünü olarak da elde edilir. Asal gazların başlıca özellikleri şunlardır:

- Doğada element halinde bulunur.
- Normal koşullarda gaz halinde bulunur.
- Metallerle, ametallerle ve birbirleriyle bileşik oluşturmaz.
- Kararlı bir yapıya sahiptir.

Asal gaz atomlarının en dış enerji düzeyleri elektronla tam doludur. Bu durum asal gazlara kararlılık ve dayanıklılık verir. Helyum dışındaki diğer asal gazların dış enerji düzeylerinde sekiz elektron bulunur. En dış enerji düzeyinde sekizden fazla elektron bulunamaz. Onun için başka atomlardan elektron alamaz. Bu sekiz elektron oynak (serbest) olmadığından elektron da veremez. Onun için iyonlaşmaz. Bu sebepten asal gazlar kararlı yapıya sahiptir. Helyumun ilk enerji düzeyinde 2 elektronu vardır. Bu düzey aynı zamanda en dış enerji düzeyidir. Ne elektron alır, ne de verir.

A periodic table with the elements of group 8A highlighted in a light blue color. The elements are Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), and Radon (Rn). The group is labeled '8A' at the top of the column.

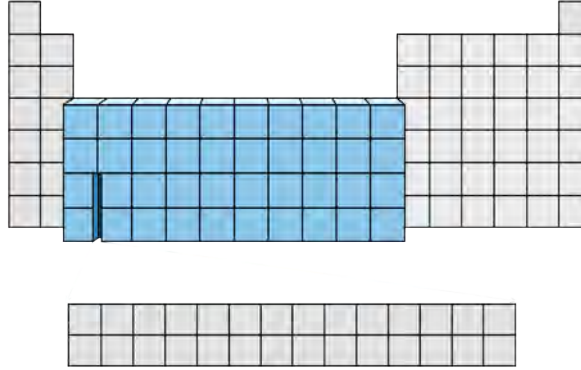
Görsel 1.26 8A grubu elementleri

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

d Blok Elementleri; d bloku elementlerinin tamamı metaldir. Bu blok elementlerine **geçiş metalleri** denir (Görsel 1.27) . Elektron dizilimleri $ns^2 (n-1) d$ ile biter. Bu elementler bileşik oluştururken değerlik orbitalleri olan en sondaki s ve d orbitallerindeki elektronlardan bazılarını verir. Bileşiklerinde değişik iyon yükleri alabilirler.

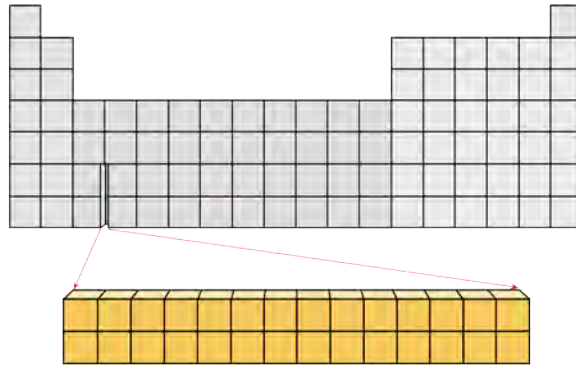
Örneğin: Bakır +1 ve +2 iyon yüklerini , demir +2 ve +3 iyon yüklerini alabilir.

Orbitaller arası elektron geçişleri ayrıca geçiş elementi bileşiklerinin katı hâlde olmasını sağlar. Geçiş elementleri sertlikleri, yoğunlukları, ısı ve elektrik iletkenlikleri, erime ve kaynama noktalarının yüksek olması ile tanınır.



Görsel 1.27 d bloku elementleri

f Blok Elementleri; elektron dizilimleri f orbitali ile sonlanır. Bu blok elementleri **iç geçiş elementleri** olarak adlandırılırlar. 14 adet lantanit, 14 adet aktinit elementi vardır. Lantanitler grubunda bulunan Prometyum radyoaktif bir elementtir. Aktinitlerin tamamı radyoaktiftir. Kimyasal özellikleri büyük benzerlikler gösterir. Atom yarıçapları birbirine çok yakın elementlerdir. Aktinitlerin çoğu doğada bulunamaz. Sentezleme yolu ile elde edilirler. Lantanitlerin ise çoğu doğada bir arada bulunur. Aktif metallerdir. Periyodik cetvelin yapısını bozmamak amacıyla iki sıra halinde periyodik sistemin altında gösterilmişlerdir (Görsel 1.28). Lantanit ve aktinitlerin tamamı 4B grubundadır.



Görsel 1. 28 f bloku elementleri

Atomların elektron dizilimleri ile periyodik sistemdeki konumları arasında ilişkileri kurulurken en son orbitalin türünün önemli olduğu görüldü. Şimdi atomların elektron dizilimlerini yaparak bloklarını bulacağınız aşağıdaki örneği inceleyiniz.

Örnek

Atom	Elektron dizilimi	Blok
$_{11}\text{X}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	s
$_{18}\text{Y}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	p
$_{23}\text{Z}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$	d
$_{28}\text{T}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$	d
$_{31}\text{U}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^1$	p
$_{35}\text{A}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$	p

1.5 YÜKSELTGENME BASAMAĞI

Soy gazların (Görsel 1.29) kararlılıkları sebebiyle elektron alışverişinde bulunma isteğinde olmadıklarını biliyoruz. Bu grubun dışındaki elementler ise elektron alışverişi yaparak ya da elektronlarını ortaklaşa kullanarak periyodik sistemde kendilerine en yakın soy gazın kararlılığına ulaşır. Metaller elektron verme, ametaller ise elektron alma isteğindedirler. Metal atomları ametaller ile elektron alışverişi sonucunda iyonik bileşikler oluştururlar. Son katmanlarında 1, 2 ve 3 elektronu bulunan sırasıyla 1A, 2A ve 3A grubu elementleri bu değerlik elektronlarını vererek “+” değerlik kazanırlar.

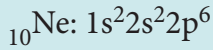
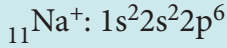
${}^2\text{He}$	Helyum
${}^{10}\text{Ne}$	Neon
${}^{18}\text{Ar}$	Argon
${}^{36}\text{Kr}$	Kripton
${}^{54}\text{Xe}$	Ksenon
${}^{86}\text{Rn}$	Radon

Görsel 1.29
Soy gazlar



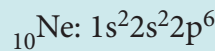
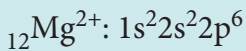
10. UYGULAMA

${}_{11}\text{Na}$: $1s^22s^22p^63s^1$ elektron dizilimine sahiptir. Değerlik elektronu sayısı 1'dir. Bu elektronu başka bir atoma vererek oluşturduğu kararlı bileşiklerinde “+1” değerlik kazanır.



11. UYGULAMA

${}_{12}\text{Mg}$: $1s^22s^22p^63s^2$ elektron dizilimine sahiptir. Değerlik elektronları sayısı 2'dir. Bu elektronu vererek neon soy gazının elektron dizilimine ulaşır ve kararlılık kazanır. 2 elektron verdiği için “+2” değerlik kazanır.



5A, 6A ve 7A grubu elementleri son katmanlarında 5, 6 ve 7 elektron bulunduran atomlardır. Bu atomlar son katmanlarındaki elektron sayısını sekize tamamlamak için elektron alarak “-” değerlik kazanırlar ya da değerlik elektronları kadar elektronu vererek “+” değerlik kazanırlar.



12. UYGULAMA

${}_{15}\text{P}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ elektron dizilimine sahiptir. Değerlik elektronları sayısı 5’dir. Fosfor üç elektron alarak son katmanındaki elektron sayısını sekize tamamlar oktete ulaşır. 3 elektron aldığı için “-3” değerlik kazanır.

${}_{15}\text{P}^{3-}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ elektron dizilimine sahip olur ve kendine en yakın soy gaz

${}_{18}\text{Ar}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ kararlılığına ulaşır.

Ametaller elektron vererek de soy gaz elektron düzenine ulaşabilirler. Bu durumda atom “+” değerlik kazanır.

Örnek; fosfor bileşiklerinde “+5” değerlik alarak soy gaz kararlılığına ulaşır.

Bir atom kararlı hale gelebilmek için diğer atomlarla elektron alışverişi yapar ya da elektronlarını ortaklaşa kullanır. Bu elektron sayısı, atomun **yükseltgenme basamağı** olarak adlandırılır. Yani yükseltgenme basamağı denince bir atomun, bir molekülde ya da iyonik bileşikte sahip olduğu yük sayısı anlaşılır. A grubu elementlerinin kararlı iyon yükleri yükseltgenme sayılarıdır.

Örneğin; Na^+ , sodyumun +1 yükseltgenme durumudur ve bu hâlde sodyum +1 yükseltgenme basamağına sahiptir.

A grubu elementlerinin yükseltgenme sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir. İnceleyiniz.

Gruplar	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A
Değerlik orbitalleri	s^1	s^2	$s^2 p^1$	$s^2 p^2$	$s^2 p^3$	$s^2 p^4$	$s^2 p^5$
Yükseltgenme basamakları	+1	+2	+3	+2, +4, -4	-3, +3, +4, +5	-2, +4, +6	-1, +5, +6, -7

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

1A, 2A ve 3A grubu elementleri son katmanlarında bulunan elektronları vererek sırasıyla +1, +2, ve +3 yükseltgenme basamağını alırlar. 4A grubu metalleri p orbitalindeki 2 elektronu vererek +2, değerlik elektronlarının tamamını vererek +4 yükseltgenme basamaklarını alır. Bu gruptaki ametaller ise -4 ile +4 arasındaki değerlerde bulunur.

5A grubu elementlerinden metaller, p orbitallerinde bulunan 3 elektronunu vererek +3, değerlik orbitallerinin tamamını vererek +5 yükseltgenme basamağını alır. Bu grup ametalleri ise -3'den +5'e kadar bu aralıktaki yükseltgenme basamaklarını alabilirler. Yani anyon yükleri -3 iken yükseltgenme basamakları tablodaki değerlerdir.

6A grubu p orbitallerindeki 4 elektronu vererek +4, değerlik elektronlarının tamamını vererek +6, gruptaki ametaller ise örneğin oksijen 2 elektron alarak -2 anyon yükünü alır.

7A grubu p orbitallerindeki 5 elektronu vererek +5, değerlik elektronlarının tamamını vererek +7, gruptaki ametaller ise -1 ile +7 arasındaki değerlerdeki yükseltgenme basamağını alır. Örneğin; flor bir elektron alarak -1 anyon yükünü alır.

Örnek

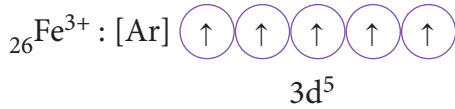
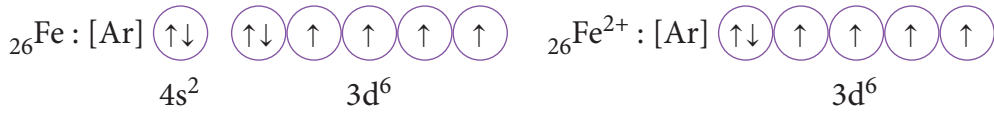
Aşağıda bazı atomların kararlı iyon yükleri ve bu iyonların elektron dizilimleri verilmiştir. İnceleyiniz.



Örnekte verilen iyonlarla oluşan iyonik bileşiklerde atomların yükseltgenme basamakları iyon yükleridir. Kovalent bileşiklerde ise daha önceki yıllarda öğrenildiği gibi iyonlar yoktur. O yüzden kovalent bileşiklerde yükseltgenme basamakları iyon yükü değildir.

d bloku elementleri öncelikle s orbitalinde bulunan elektronları verir ve genellikle +2 yükseltgenme basamağındadır. Ancak d orbitalinden de elektron vererek farklı yükseltgenme basamaklarını da alırlar.

Örneğin;



Örnek

H₂O bileşğinde H ve O atomlarının yükseltgenme basamakları sırasıyla +1 ve -2' dir.

Bir bileşikteki atomun yükseltgenme basamağını bulurken şunlar yapılır;

- 1) 1A grubunun yükseltgenme basamağı +1, 2A grubunun yükseltgenme basamağı +2, 3A grubunun +3'tür.
- 2) Oksijen bileşiklerinde -2, peroksitlerde -1, OF₂ de ise +2 değerlik alır.
- 3) Hidrojen metallere yaptığı bileşiklerde -1 (NaH, MgH₂....), ametallerle yaptığı bileşiklerde ise +1 yüklüdür (H₂O, NH₃, CH₄..).
- 4) Bileşikteki atomların yükseltgenme basamakları toplamı 0 dır.

1. Ünite: Modern Atom Teorisi



13. UYGULAMA

NaNO_3 bileşiğinde N'un yükseltgenme basamağını bulunuz.

Çözüm:

Na = 1A grubu elementidir bu yüzden +1' dir.

O = -2 değerlik alır.

N= x olsun

$(+1.1) + x + (-2.3) = 0$ (Bileşikteki atomların yükseltgenme basamakları toplamı 0' dır.)

x = +5 olur.



14. UYGULAMA

KMnO_4 bileşiğinde Mn'ın değerliğini bulunuz.

Çözüm:

K = 1A grubunda yani +1 değerlik

O = -2 değerlik

Mn = x olsun

$(+1.1) + x + (-2.4) = 0$ x = +7 olur.



15. UYGULAMA

MgCr_2O_7 bileşiğinde Cr'un değerliğini bulunuz.

Çözüm:

Mg = 2A grubu yani +2 değerlik

O = -2 değerlik

Cr = x olsun

$(+2.1) + 2x + (-2.7) = 0$

$2 + 2x - 14 = 0$

$2x = 12$ x = +6 olur.

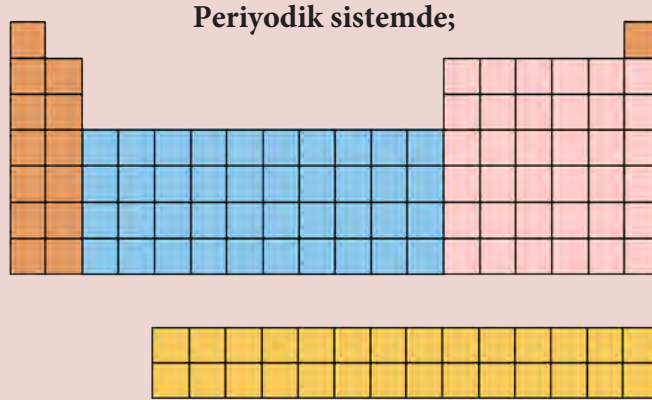
ÖZET

Atomun Kuantum Modeli, Bohr Atom Modelinin sınırlılıklarını ortadan kaldırmıştır. Bohr Atom Modelinin sınırlılıkları;

- Elektronlar çekirdek çevresinde dairesel çaplı belli yörüngelerde hareket ederler.
- Birden fazla elektronu bulunan atomlarda elektronların çekirdekle ve birbirleriyle etkileşimleri hesaba katılmamıştır.
- Elektronun atomda hem yeri hem de hızı tam olarak belirlenemediği kanıtlanmıştır.

Atomun Kuantum Modelinde;

- Elektronlar kuantum sayıları ile ilişkilendirilir.
- Yörünge yerine orbital kavramı kullanılır.
- Orbitaller s, p, d ve f olarak adlandırılır.



Yukarıdan Aşağıya Doğru Gidildikçe

- Atom numarası artar
- Oksitlerinin bazlığı artar.
- Ametalik özellik azalır.
- Metalik özellik artar.
- İyonlaşma enerjisi azalır.
- Atom hacmi artar.
- Değerlik elektron sayısı değişmez.
- Elektron alma eğilimi genellikle azalır.
- Elektronegatiflik azalır.

Soldan Sağa Doğru Gidildikçe

- Atom numarası artar.
- Atom hacmi genellikle küçülür.
- İyonlaşma enerjisi genellikle artar.
- Metalik özellik azalır.
- Ametalik özellik artar.
- Oksitlerin asit özelliği artar.
- Değerlik elektron sayısı artar.
- Elektron ilgisi genellikle artar.
- Elektronegatiflik artar.

1. Ünite: Modern Atom Teorisi

15^P

Elektron Dizilimi → ${}_{15}\text{P}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

**Orbital Gösterimi
p bloku elementi** →

Değerlik orbitalleri → $s^2 p^3$

Değerlik elektron sayısı → 5

Periyodik sistemdeki yeri → 3. Periyot 5A

20^{Ca}

Elektron Dizilimi → ${}_{20}\text{Ca}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

**Orbital Gösterimi
s bloku elementi** →

Değerlik orbitalleri → s^2

Değerlik elektron sayısı → 2

Periyodik sistemdeki yeri → 4. Periyot 2A

1.ÜNİTE

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Tabloda verilen kuralın adı ve açıklaması eşleştirmelerinden hangileri doğrudur?

	Kuralın Adı	Açıklaması
I	Hund	Elektronlar eş enerjili orbitallere birer birer yerleşir.
II	Pauli	Elektronlar orbitallere en düşük enerjili orbitalden başlayarak yerleşir.
III	Aufbau	Bir orbitale zıt yönlü en fazla iki elektron yerleşir.

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

2. Aşağıda verilenlerden hangisi Bohr atom modelinin sınırlılıklarından biri değildir?

- A) Çok elektronlu atomlarda elektronların hareketlerini açıklamada yetersiz kalmıştır.
 B) Elektron gibi çok hızlı hareket eden taneciklerin konumunu belirlemek zordur.
 C) Elektronlar yarıçapı belirli olan dairesel yörüngelerde hareket eder.
 D) İyonların spektrumlarını da açıklamıştır.

3. Temel hâlde 20 elektronu olan bir atomun 3p orbitalinde bulunan bir elektronun;

- I. Baş kuantum sayısı; $n=3$ 'tür.
 II. Açısal momentum sayısı; $l=0$ 'dır.
 III. Manyetik kuantum sayısı; $m_l = 0$ 'dır.

Buna göre, kuantum sayıları ile ilgili verilen önermelerden hangileri doğrudur?

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

7. $_4\text{Be}$, $_5\text{B}$, $_7\text{N}$, $_8\text{O}$ atomlarının 1. iyonlaşma enerjilerinin büyükten küçüğe sıralanışı hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) $\text{N} > \text{O} > \text{Be} > \text{B}$
- B) $\text{Be} > \text{B} > \text{N} > \text{O}$
- C) $\text{Be} > \text{B} > \text{O} > \text{N}$
- D) $\text{N} > \text{O} > \text{B} > \text{Be}$

8. Periyodik sistemde p blokunda bulunan elementlerle ilgili verilen bilgilerden hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) Hepsi ametaldir.
- B) Soy gazlar p bloku dışındadır.
- C) He elementi hariç elektron dizilimleri p ile biter.
- D) Elektron alarak "+" değerlik alırlar.

9.

Yukarıdaki tabloya göre aşağıda verilen periyodik özelliklerden hangisi 1 yönünde artarken 2 yönünde azalır?

- A) Elektron ilgisi
- B) Atom yarıçapı
- C) Metalik özellik
- D) Bazlık özelliği

1. Ünite Ölçme ve Değerlendirme Soruları

10.

2. periyot

5A	6A
N	O

Yukarıda N ve O elementlerinin periyodik sistemdeki yeri gösterilmiştir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Elektron ilgileri $N > O$ dir.
- B) İyonlaşma enerjileri $N > O$ dir.
- C) Atom numaraları $N > O$ dir.
- D) Elektronegatiflikleri $N > O$ dir.

11. Periyodik sistemde 1A ve grubu elementleri s bloğunda yer alırlar. Elektron dizilimleri ya da s^2 orbitali ile biter.

Yukarıda verilen ifadede boş bırakılan yerlere sırasıyla hangi seçenekte belirtilenler getirilmelidir?

- A) $2A - s^1$ B) $2A - p^1$ C) $3A - s^1$ D) $3A - p^2$

12. Periyodik sistemde değişen özelliklerle ilgili;

- I. Aynı periyotta soldan sağa gidildikçe ametalik özellikler artar.
 - II. Aynı grupta yukarıdan aşağıya doğru inildikçe metalik özellikler azalır.
 - III. Aynı periyotta soldan sağa gidildikçe oksit bileşiklerinin asit özelliği artar.
- verilen cümlelerden hangisi doğrudur?**

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



2. ÜNİTE

GAZLAR



2. ÜNİTE KONULARI

2.1. GAZLARIN ÖZELLİKLERİ VE GAZ YASALARI

2.2. İDEAL GAZ YASASI

2.3. GAZLARDA KİNETİK TEORİ

2.4. GAZ KARIŞIMLARI

2.5. GERÇEK GAZLAR

2. ÜNİTE

GAZLAR

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Daha önceki yıllarda gazların genel özelliklerini, gazların basınç, sıcaklık, hacim ve miktar özelliklerini birimleriyle ifade etmeyi öğrenmişsiniz. Bu ünite de ise gaz yasaları, ideal gaz yasası, gazlarda kinetik teori, gaz karışımları, gerçek gazlar işlenecektir.

Bu bölümü tamamladığınızda;

- Gazların betimlenmesinde kullanılan özellikleri açıklayabilecek,
- Gaz yasalarını açıklayabilecek,
- Deneysel yoldan türetilmiş gaz yasaları ile ideal gaz yasası arasındaki ilişkiyi açıklayabilecek,
- Gaz davranışlarının kinetik teori ile açıklayabilecek,
- Gaz karışımlarının kısmi basınçlarını günlük hayattan örneklerle açıklayabilecek,
- Gazların sıkışma/genleşme sürecinde gerçek gaz ve ideal gaz kavramlarını karşılaştırabileceksiniz.

ANAHTAR KELİME VE KAVRAMLAR

- | | | |
|----------------------------|-------------------|------------------------|
| ☆ basınç | ☆ difüzyon | ☆ doymuş buhar basıncı |
| ☆ efüzyon | ☆ faz diyagramı | ☆ hacim |
| ☆ ideal gaz | ☆ gerçek gaz | ☆ kısmi basınç |
| ☆ kritik basınç | ☆ kritik sıcaklık | ☆ mutlak sıcaklık |
| ☆ standart-normal koşullar | | |

2.2.1. GAZLARIN ÖZELLİKLERİ VE GAZ YASALARI

GAZLARIN ÖZELLİKLERİ

1	2											13	14	15	16	17	18	
1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A	
1	2											3	4	5	6	7	8	
H	He											B	C	N	O	F	Ne	
3	4											5	6	7	8	9	10	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
55	56		72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
87	88		104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
				57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
				La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
				89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
				Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Görsel 2.1 Oda koşullarında gaz hâlindeki elementler

Havanın %78 N_2 , %21 O_2 ve %1 CO_2 ve diğer gazlar içeren bir gaz karışımı olduğunu biliyoruz. Periyodik tabloda $25^\circ C$ ve 1 atm 'de gaz hâlinde bulunan on bir element bulunmaktadır (Görsel 2.1). N_2 , O_2 , H_2 , F_2 , Cl_2 molekülleri halinde bulunurken He, Ne, Ar, Kr, Xe ve Rn tek atomlu bulunan gaz halindeki elementlerdir. Ayrıca oksijenin diğer bir molekülü olan O_3 'da gaz hâlinde bulunur. NO_2 , CO , H_2S , SO_2 gibi bileşikler de zehirli gaz maddelerdir. Soy gazlar hariç gaz maddeler moleküler yapıdadır. Daha önceki yıllarda öğrendiğiniz gazların genel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Buldukları kabın hacmini ve şeklini alırlar.
- Maddenin en sıkıştırılabilir hâlidir.
- Kondukları kaba tamamen yayılma ve dağılma özelliğine sahiptirler.
- Sıvı ve katılardan daha düşük yoğunluğa sahiptirler.
- Gazlar birbiri içinde homojen dağılırlar.

Gazların betimlemesinde kullanılan özellikleri daha yakından tanıyalım.

2. Ünite: Gazlar

Basınç

Gaz molekülleri arasındaki uzaklıklar katı ve sıvılara göre daha fazladır ve gazlar serbestçe hareket halindedir. Bu esnada çarptıkları herhangi bir yüzeye basınç uygularlar. Acaba bir tekerleğin belli bir yere kadar şişirebilmesinin sebebi ne olabilir? Deodorant şişelerinin üzerinde ateşten uzak tutulması gerektiği ile ilgili uyarı bulunduğu hiç dikkatinizi çekti mi (Görsel 2.2)



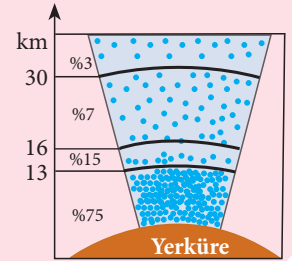
Görsel 2.2 Deodorant şişesi

Gaz molekülleri içinde buldukları kaptaki birbirlerine ve kabın çeperlerine çarparak kuvvet uygularlar. Gazların uyguladığı bu toplam kuvveti ölçmek kolay değildir ancak basıncı ölçülebilir.



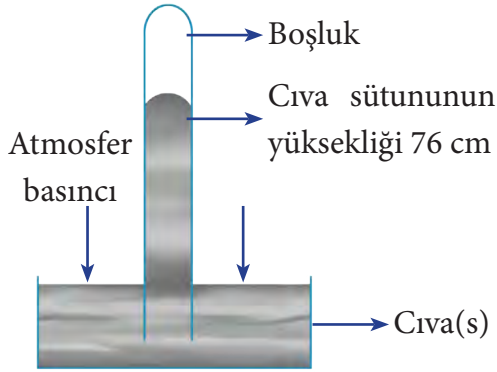
BİLGİ KUTUSU

Atmosferdeki gazların yaklaşık %75'i yerküreden yaklaşık 13 km uzaklıkta bulunur.



Atmosfer, yeryüzüne yakın yerlerde yükseklerle göre daha yoğundur yani havanın yoğunluğu yeryüzünden uzaklaştıkça hızlı bir şekilde azalır. Atmosferdeki gazların yaptığı basınç da yükseklerle çıkıldıkça azalır. **Atmosfer basıncı**, atmosferdeki gazlar tarafından uygulanan basınçtır. Bu basıncın nasıl ölçüldüğünü daha önceki yıllarda öğrenmişsiniz.

Atmosfer basıncını ölçen aletlere **barometre** denir (Görsel 2.4). 1643 yılında Evangelista Torricelli'nin (İvancelista Toricelli) geliştirdiği düzenek (Görsel 2.3) basit bir barometredir.



Görsel 2.3 Torricelli barometre düzeneği



Görsel 2.4 barometre

Görsel 2.3'deki Torricelli düzeneğinde bir ucu kapalı ince uzun cam boru, içine cıva doldurulmuş bir kaba ters bir şekilde dikkatlice konulur. Bir süre sonra cıva cam boruda yükselmeye başlar. Cıvanın cam boruda yükselmesini sağlayan bu kuvveti Torricelli borunun dışındaki kuvvet olarak algılamıştır. Bu basınç, atmosfer basıncı ya da **açık hava basıncı** olarak adlandırılır. Cıva cam boruda belli bir yerde dengelenir. Deniz seviyesinde ve 0 °C 'ta tam olarak 760 mm (76 cm) yükseklikte bir cıva sütunu oluşur. O halde;

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg} = 760 \text{ mmHg} \text{ olur.}$$

Atmosfer ve mm Hg dışında yaygın olarak kullanılan bir basınç birimi de Torr'dur. Bu birim Torricelli'ye adanmıştır. 1 mm Hg yüksekliğine eşdeğer olan basınca 1 Torr denir. 1 mmHg = 1 Torr olacağından;

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ Torr}$$



1. UYGULAMA

38 cm Hg kaç atm'dir?

Çözüm:

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

$$x \text{ atm} \quad 38 \text{ cm Hg}$$

$$x = 38 / 76 = 0,5 \text{ atm}$$

2. Ünite: Gazlar



2. UYGULAMA

15,2 mm Hg kaç atm kaç Torr'dur?

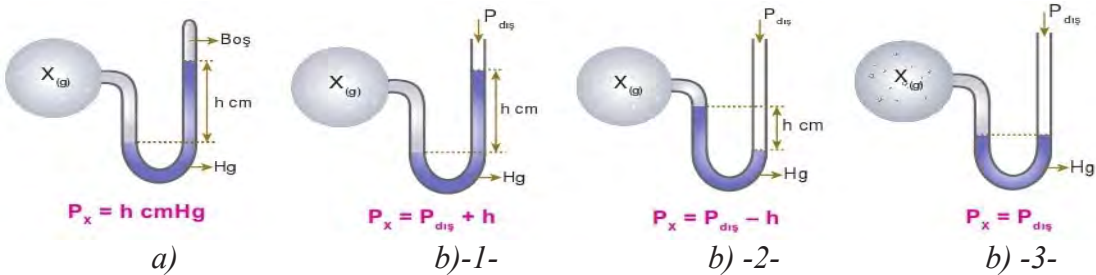
Çözüm:

- $760 \text{ mm Hg} \quad 1 \text{ atm ise}$
 $15,2 \text{ mm Hg} \quad x \text{ atm}$
 $x = 15,2 / 760 = 0,02 \text{ atm}$
- $760 \text{ mmHg} \quad 760 \text{ Torr ise}$
 $15,2 \text{ mm Hg} \quad 15,2 \text{ Torr olur}$

Pipetle bir içecek içilirken pipeti içindeki içimize çektiğimiz sıvının üzerindeki basınç azalır. Bu nedenle pipetin dışındaki atmosfer basıncı sıvıyı ağızımıza doğru iter. Buna benzer ilkeyle çalışan emme-basma su pompalarında, pompanın suyu yukarı itme kuvveti, atmosferin suyu aşağı itme kuvvetinden daha fazladır. (Görsel 2.5) Bu şekilde kapalı bir kaptaki bulunan sıvıya uygulanan kuvvetle oluşturulan basınçtan yararlanarak gaz basıncı ölçülebilmektedir. Kapalı bir kaptaki gaz basıncını ölçen aletlere manometre denir. Manometrenin çalışma ilkesi de barometreninkine benzer. Cam balona bağlı bir "u" borusu ve boruda hareket eden cıva kullanılır. Açık ve kapalı uçlu manometre olmak üzere iki tür manometre vardır (Görsel 2.6).



Görsel 2.5 Emme - basma su pompası (tulumba)



Görsel 2.6 a) Kapalı uçlu manometre b) Açık uçlu manometre 1-2-3

Kapalı uçlu manometrelerde gaz basıncı boru boyunca yükselen cıvanın yüksekliğine eşittir (Görsel 2.6a). Açık uçlu manometrelerde ölçülecek gaz basıncı atmosfer basıncından cıva yüksekliği kadar fazla (Görsel 2.6 b (1)), atmosfer basıncından cıva yüksekliği az (Görsel 2.6 b (2)) ya da atmosfer basıncına eşit olur (Görsel 2.6 b (3)).

Hacim

Bildiğimiz gibi hacim maddelerin kapladığı alandır. Katı ve sıvıların belirli hacimleri olduğundan bu maddelere basıncın etkisi yok denecek kadar azdır. Ancak gaz maddelerde durum farklıdır. Örneğin; şişirilmiş bir balon sıcaklığı arttıkça belirli bir yere kadar genişler ve patlar. Bu sebeple 1 mol gazın hacmi sıcaklık ve basınç koşullarına bağlı olarak değişebilir.



Görsel 2.7 Şişirilmiş balon

0 °C ve 1 atm basınç koşullarına **normal koşullar** denir. 1 mol gaz normal koşullar altında 22,4 L hacim kaplar.

25° C ve 1 atm basınç koşullarına **oda koşulları (standart koşullar)** denir. 1 mol gaz oda koşullarında 24,5 L hacim kaplar.

Metreküpün ast ve üst katları	Litrenin ast ve üst katları
$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$ $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$ $1 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mm}^3$	$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$ $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$
$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$	

Hacim birimleri m^3 ve L ile ifade edilir.

Sıcaklık

Sıcaklık arttıkça gaz taneciklerinin hızları da artar. Aynı sıcaklıkta tüm gazların ortalama kinetik enerjileri de eşit olur. Gazlarda sıcaklık birimi olarak Kelvin sıcaklık birimi kullanılır. “T” ile gösterilir.

$$0 \text{ } ^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

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

Bütün moleküllerin hareketsiz kaldığı $-273 \text{ } ^\circ\text{C}$ a **mutlak sıfır noktası** denir ve Kelvin ölçeğine **mutlak sıcaklık** denir.

2. Ünite: Gazlar



1. UYGULAMA

Aşağıda sıcaklık birimleri ile ilgili verilen dönüşümleri yapınız.

Çözüm:

1. $27\text{ }^{\circ}\text{C} = \dots\dots\text{ K}$

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

$$T = 273 + 27 = 300\text{ K}$$

2. $500\text{ }^{\circ}\text{K} = \dots\dots\text{ }^{\circ}\text{C}$

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

$$500 - 273 = 227\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Madde miktarı (mol sayısı)

Avogadro sayısı ($N = 6,02 \cdot 10^{23}$) kadar atom ya da molekül içeren maddeye **1 mol madde** dendiğini daha önceki yıllarda öğrenmiştiniz.

Örneğin;

- 1 mol O atomunun kütlesi= 16 g
- 1 mol CO_2 molekülünün kütlesi= 44 g
- $6,02 \cdot 10^{23}$ tane H atomu = 1 mol H atomu
- N_A tane H_2O molekülü = 1 mol H_2O molekülü ($N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$)

Mol sayısı hesaplanırken;

$$n = m / M_A$$

n; mol sayısı

m; kütle

M_A ; molekül kütlesi

$$n = N / N_A$$

N; tanecik sayısı

N_A ; Avogadro sayısı

$$n = V(\text{Normal koşullarda}) / 22,4$$

formülleri kullanılır. Ayrıca bütün gazların 1 molünün normal koşullarda ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve 1 atm basınçta) 22,4 litre hacim kapladığını belirtmiştik.



2. UYGULAMA

1. NK'da (Normal koşullarda) 44,8 L hacim kaplayan bir gazın mol sayısı ne kadardır?

Çözüm: NK'da; 1 mol gaz 22,4 L hacim kaplar
 X mol gaz 44,8 L hacim kaplar

$$X = 44,8 / 22,4 = 2 \text{ mol gaz}$$

2. 16 g SO₂ gazı kaç moldür? (S: 32, O: 16)

Çözüm: $M_A = 32 + 16 \cdot 2 = 32 + 32 = 64 \text{ g}$
 $n = 16 / 64 = 0,25 \text{ mol}$

3. 3 mol H₂O molekülünün içerdiği tanecik sayısı ne kadardır?

Çözüm: $3 = N / N_A \longrightarrow N = 3 \cdot N_A$

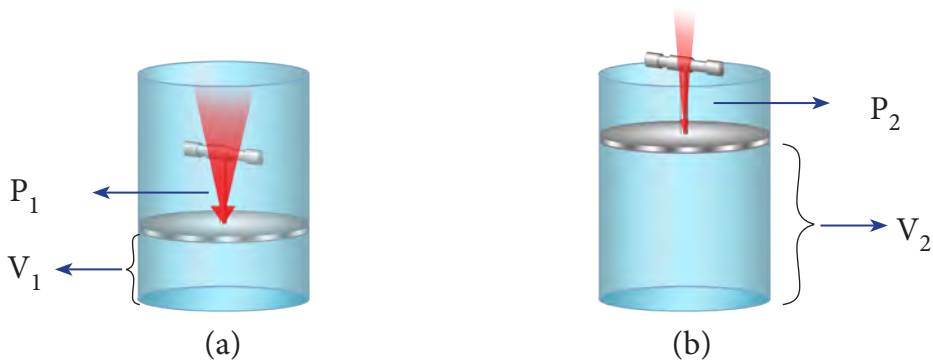
GAZ YASALARI

Gazların temel özellikleri arasındaki ilişkilerden yola çıkarak **gaz yasaları** oluşur. Şimdi bu yasaları irdeleyelim.

1. Basınç- Hacim İlişkisi (Boyle - Mariotte (Boyl- Mariot) Yasası)

1962'de Robert Boyle (Rabirt Boyl) basit gaz yasalarının ilkinini hava ile yaptığı deney ile bulmuştur. Yasa kendi adıyla Boyle Yasası olarak bilinir.

Boyle yasasına göre, sabit sıcaklıkta ve sabit bir miktarda bir gazın hacmi basınçla ters orantılıdır (Görsel 2.8).



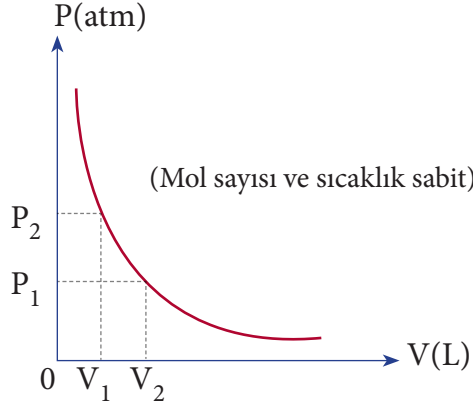
Görsel 2.8 a) Yüksek basınç düşük hacim

b) Düşük basınç yüksek hacim

Hacim (V) \propto 1 / Basınç (P) veya $P \cdot V = \text{sabit}$ (n, T sabit)

2. Ünite: Gazlar

Basınç – hacim arasında aşağıdaki gibi bir grafik çizilir.



$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{sabit}$$



3. UYGULAMA

Belirli sıcaklıkta bir miktar oksijen gazı 2 atm basınçta 5 litre hacim kaplamaktadır. Aynı sıcaklıkta bu gazın basıncı 10 atm'ye çıkarılıyor. Buna göre bu gazın son hacmi kaç litre olur?

Çözüm:

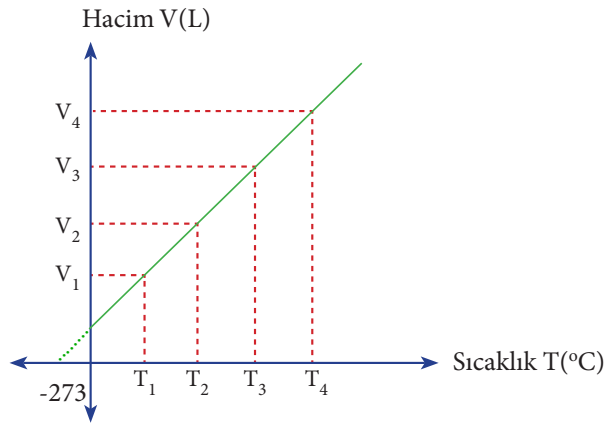
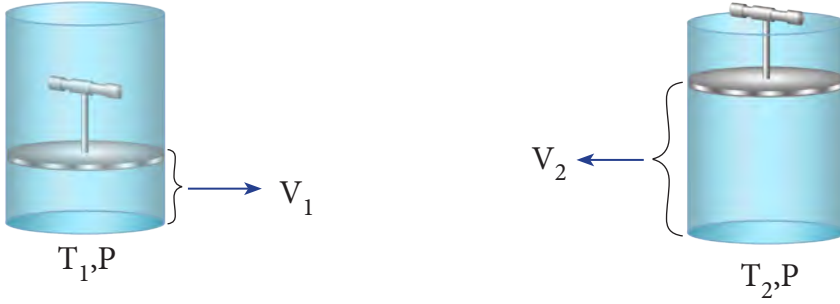
$P_1 = 2 \text{ atm}$	$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$
$V_1 = 5 \text{ L}$	$2 \cdot 5 = 10 \cdot V_2$
$P_2 = 10 \text{ atm}$	$V_2 = 1 \text{ L}$
$V_2 = ?$	

Birbiriyle tepkime vermeyen gaz karışımlarında;

$$P_1 \cdot V_1 + P_2 \cdot V_2 + P_3 \cdot V_3 + \dots = P_{\text{son}} \cdot V_{\text{son}} \text{ formülü kullanılır.}$$

2. Sıcaklık- Hacim İlişkisi (Charles (Çarls) Yasası)

Şişirilmiş bir balonu bulunduğu ortamdan daha sıcak bir ortama koyduğunuzda hacminin arttığına ya da aynı balonu beton bir zemine koyduğunuzda balonun hacminin küçüldüğüne şahit olmuşsunuzdur. Hacmin sıcaklıkla nasıl değiştiğini anlayabilmek için gazın miktarının ve basıncının sabit kalması gerekir. Basıncı sabit tutmak için de sürtünmesi ihmal edilmiş pistonlu kaplar kullanılır (Görsel 2.8 pistonlu kap). Charles ve Gay Lussac basınç sabit kalmak koşuluyla gazların sıcaklık-hacim değişimlerini incelemiştirler. Sabit basınçtaki sabit miktardaki bir gaz için, hacim sıcaklıkla doğru orantılı olarak değişir.



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{sabit (Oranlar eşittir)}$$



4. UYGULAMA

Sabit basınçta belirli miktardaki bir gazın 127 °C 'da 30 litre hacim kaplamaktadır. Bu gazın sıcaklığını 227 °C 'a çıkardığımızda kaç litre hacim kaplar?

Çözüm: $T_1 = 127 + 273 = 400 \text{ K}$

$T_2 = 227 + 273 = 500 \text{ K}$

$V_1 = 30 \text{ L}$

$V_2 = ?$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$30 / 400 = V_2 / 500$$

$$V_2 = 37,5 \text{ L}$$

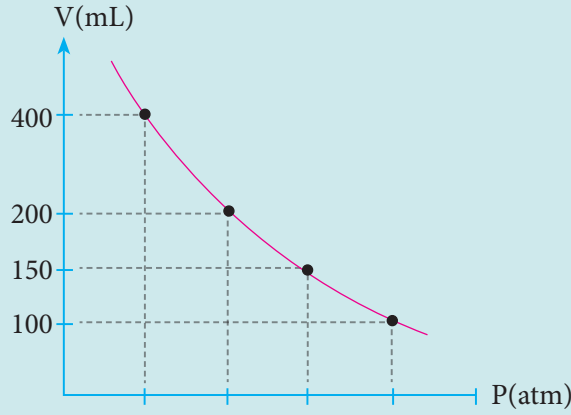


5. UYGULAMA

Aşağıda verilen basınç - hacim değerleriyle P - V grafiğini çizelim.

P(atm)	1	2	3	4
V(mL)	400	200	150	100

Çözüm:



6. UYGULAMA

Sabit hacimde belli miktardaki bir gazın basıncı 760 mmHg ve sıcaklığı 300 K'dir. Gazın sıcaklığı 200 K'e düşürüldüğünde gazın basıncı kaç atm olur?

Çözüm: $P_1 = 760 \text{ mm Hg} = 1 \text{ atm}$ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$
 $T_1 = 300 \text{ K}$
 $T_2 = 200 \text{ K}$ $1 / 300 = P_2 / 200$
 $P_2 = ?$ $P_2 = 0,67 \text{ atm}$

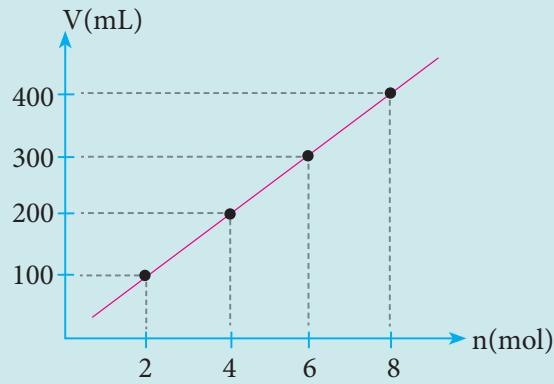


7. UYGULAMA

Verilen hacim ve gaz miktarı değerleriyle $n - V$ grafiği çizelim.

V(mL)	100	200	300	400
n(mol)	2	4	6	8

Çözüm:

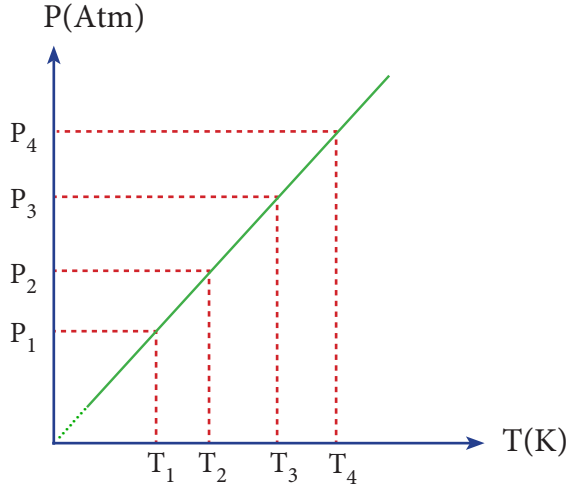


3. Basınç- Sıcaklık İlişkisi (Gay-Lussac (Gay-Lusak) Yasası)

Bu yasada; bir gazın miktarı ve hacmi sabit kalmak koşuluyla mutlak sıcaklık iki katına çıkarıldığında gazın basıncı da iki katına çıkar.



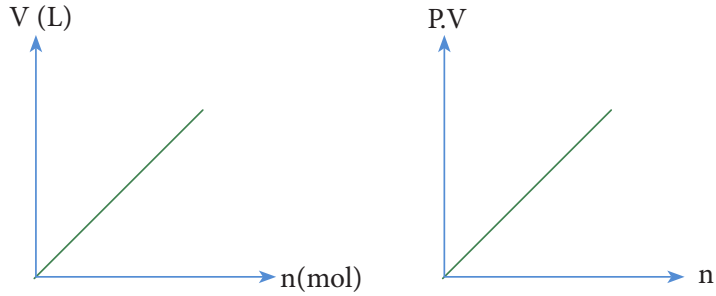
2. Ünite: Gazlar



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

4. Hacim – Mol (Madde miktarı) İlişkisi (Avogadro Yasası)

Balona üflediğimizde balonun hacmi artar. Hacmin mol sayısı ile nasıl değiştiğini anlamak için gazların diğer özelliklerinin sabit tutulması gerekir. Bu değişimi Amadeo Avogadro 1811’de inceleyerek kendi adıyla anılan gaz yasasını ortaya koymuştur. Bu yasaya göre; eşit hacimdeki gazlar, eşit sıcaklık ve eşit basınçta aynı sayıda tanecik ya da molekül sayısına sahiptir. Yani gazın türünün önemli olmadığı bu yasada, hacimlerinin mol sayılarına karşı grafiği aşağıda verilmiştir.



Buna göre; $V \propto n$

$$V / n = \text{sabit}$$

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



8. UYGULAMA

Sabit basınç ve sıcaklıkta 4 L'lik pistonlu kaptaki 1 mol H_2 gazı bulunmaktadır. Kaba 3 mol H_2 gazı eklendiğinde kabın hacmi kaç L olur?

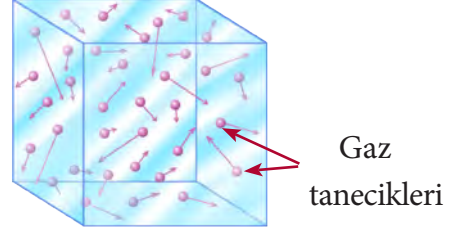
Çözüm:

$V_1 = 4 \text{ L}$	$V_1 / n_1 = V_2 / n_2$
$n_1 = 1 \text{ mol}$	$4 / 1 = V_2 / 4$
$n_2 = 4 \text{ mol}$	$V_2 = 16 \text{ L}$

2. Ünite: Gazlar

2.2. İDEAL GAZ YASASI

Gaz tanecikleri serbest hareket eden ve aralarında çok az da olsa çekim kuvvetleri olan taneciklerdir (Görsel 2.9). Tanecikleri arasında çekim kuvvetinin yok sayıldığı, taneciklerin hacimlerinin ihmal edildiği gazlar **ideal gaz** olarak tanımlanır. Gerçekte ideal gaz yoktur. Gaz yasaları açıklanırken gaz davranışları ideal gibi kabul edilir. İdeal kabul edilen gazların normal koşullarda 1 mollelerinin hacimleri 22,4 L hacim kaplar.



Görsel 2.9 Gaz tanecikleri

Gazların tanecikleri arasındaki çekim gücü azaldıkça ideale daha yakın davranırlar.

Gaz yasaları birleştirildiğinde;

$$\left. \begin{array}{l} \text{Boyle Yasası; } V \propto 1/P \text{ (n, T sabit)} \\ \text{Charles Yasası } V \propto T \text{ (n, P sabit)} \\ \text{Avogadro Yasası } V \propto n \text{ (P,T sabit)} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} V \propto \frac{1}{P} \cdot n \cdot T \\ P \cdot V \propto n T \end{array} \right\} PV = \text{sabit} \cdot n \cdot T$$

Bir orantı katsayısı kullanıldığında

$$PV = nRT$$

eşitliği elde edilir ve bu denkleme **ideal gaz denklemi** denir. Bu denklemde yer alan kavramların birimleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Birimi	
P (basınç)	atm (atmosfer)
V (hacim)	L (litre)
n (madde miktarı)	mol
T (mutlak sıcaklık)	K (kelvin)
R (ideal gaz sabiti ya da orantı sabiti)	L . atm / mol . K

Bu denklemde;

Normal koşullar ya da normal şartlar altında (kısaltması NK ya da NŞA) ideal gaz denklemini kullanarak R sabiti aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$R = PV / nT$$

$$R = 1 \text{ atm} \cdot 22,4 \text{ L} / 1 \text{ mol} \cdot 273 \text{ K}$$

$$R = 22,4 \text{ L atm} / 273 \text{ K mol} = 0,082 \text{ L atm} / \text{K}$$



9. UYGULAMA

1. 73 °C sıcaklıkta ve 2 atm basınçta 1 mol CO₂ gazı kaç litre hacim kaplar?

Çözüm:

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

$$PV = nRT$$

$$T = 273 + 73 = 300 \text{ K}$$

$$2. V = 1. 0,082. 300$$

$$T = ^\circ\text{C} + 273$$

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

$$V = ?$$

$$V = 12,3 \text{ L}$$

2. Bir kaptta 0,2 mol N₂ gazı varken kaptaki basınç 380 mmHg dir. Aynı sıcaklıkta kaba kaç gram NO gazı eklenirse kaptaki basınç 1,5 atm olur? (N:14, O: 16)

Çözüm:

$$P_1 = 380 \text{ mmHg}$$

$$P_2 = 1,5 \text{ atm}$$

$$n_1 = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_2 = ?$$

$$1 \text{ atm} \quad 760 \text{ mmHg}$$

$$x \quad 380 \text{ mmHg}$$

$$x = 380 / 760 = 0,5 \text{ atm}$$

$$PV = nRT \quad (V, T, R \text{ sabit})$$

$$P_1 / P_2 = n_1 / n_2$$

$$0,5 / 1,5 = 0,2 / n_2$$

$$n_2 = 0,6 \text{ mol}$$

$$n_2 = 0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ mol}$$

$$M_{A \text{ NO}} = 14 + 16 = 30 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol} \quad 30 \text{ g/mol ise}$$

$$0,4 \text{ mol} \quad x \text{ g/mol}$$

$$x = 30 \cdot 0,4 = 12 \text{ g}$$

2. Ünite: Gazlar



10. UYGULAMA

3. 16 g O₂ gazı 250 cm³ hacimde, 273 °C sıcaklıkta kaç atm basınç yapar?

(O: 16)

Çözüm:

$$T = 127 + 273 = 400K$$

$$V = 250 \text{ cm}^3 = 0,25 \text{ L}$$

$$m = 16 \text{ g O}_2$$

$$1 \text{ mol O}_2 \quad 32 \text{ g}$$

$$X \text{ mol O}_2 \quad 16 \text{ g}$$

$$X = 16 / 32 = 0,5 \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

$$P \cdot 0,25 = 0,5 \cdot 22,4 / 273 \cdot 576$$

$$P = 89,6 \text{ atm}$$

NOT: Hesaplamalar yapılırken R'nin değeri işlem kolaylığı açısından 22,4/ 273 olarak alınabilir.

Normal şartlarda bütün gazların 1 molünün 22,4 litre hacim kapladığını daha önceki konularda öğrenmiştiniz. Görsel 2.10'da 1 mol gaz hacminin temsili olarak karşılaştırılması yapılmıştır. İnceleyiniz.



Görsel 2.10. Normal koşullarda 1 mol gaz hacminin bir basket topuyla karşılaştırılması

Normal şartlarda gaz hacminin kütle ve mol sayısı ile ilişkilendirildiği aşağıdaki uygulamaları inceleyelim.



11. UYGULAMA

1. Normal koşullarda 25,6 g SO₂ gazı kaç litre hacim kaplar? (S: 32, O:16)

Çözüm:

SO₂'nin mol kütlesi= 32 + 2.16= 64 g/mol

1 mol SO₂ 64 g ise

x mol SO₂ 25,6 g

$$x = 25,6 / 64 = 0,4 \text{ mol}$$

Normal koşullarda; 1 mol gaz 22,4 L hacim kaplar

0,4 mol gaz x L hacim kaplar

$$x = 22,4 \cdot 0,4 = 8,96 \text{ L}$$

2. 320 g SO₂ gazının normal koşullardaki hacmi kaç L'dir?

Çözüm:

(S = 32 g/mol, O = 16 g/mol)

Mol kütlesi (SO₂) = 32 + 16.2 = 64 g/mol

1 mol SO₂ 64 g ise

X mol SO₂ 320 g

$$X = 320 / 64 = 5 \text{ mol}$$

Normal koşullarda; 1 mol gaz 22,4 L hacim kaplarsa

5 mol gaz x L hacim kaplar

$$X = 5 \cdot 22,4 = 112 \text{ L}$$

3. Normal koşullarda hacmi 44,8 L olan N₂ gazı sıcaklığı 27 °C olan 12,3 L'lik bir kaba konuluyor. Bu gazın kaba yaptığı basınç kaç atm olur?

Çözüm:

Normal koşullarda; 1 mol gaz 22,4 L hacim kaplar

X mol gaz 44,8 L hacim

$$X = 44,8 / 22,4 = 2 \text{ mol N}_2 \text{ gazı}$$

V= 12,3 L

PV= nRT

T= 27 °C + 273= 300K

P. 12,3 = 2. 0,082. 300

n= 2 mol

P=?

P = 4 atm

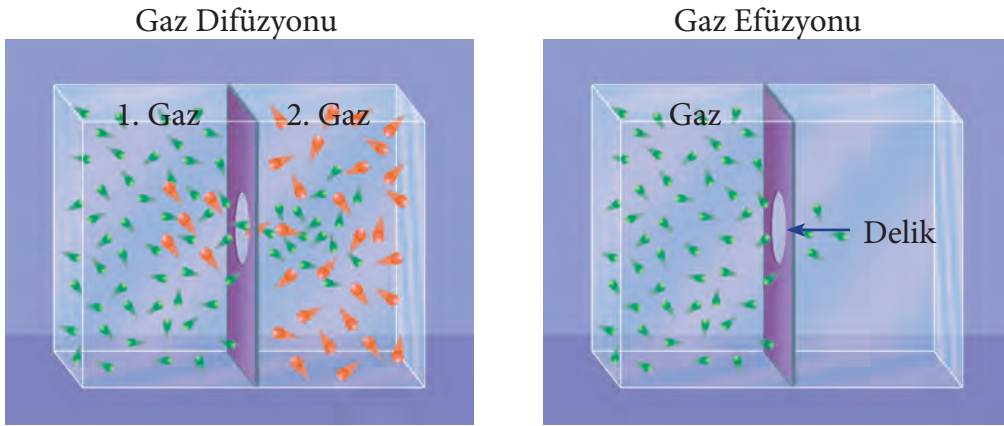
2.3 GAZLARDA KİNETİK TEORİ

Gaz yasaları ve ideal gaz denklemini kullanarak gazların davranışlarını açıklayabiliriz. Isınan gaz maddeler neden daha hızlı hareket eder? Sıcaklık gaz taneciklerini neden hızlı hareket ettirir? Maddelerdeki bu değişimlerin molekül seviyesinde nasıl değiştiğini gaz yasaları ile açıklayamayız.

19. Yüzyılda Avustralyalı fizikçi Ludwig Boltzmann, İskoç fizikçi James Clerk Maxwell ve R. J. E. Clausius tarafından geliştirilen kinetik teori veya gazların kinetik teorisi gaz maddelerin basınç, sıcaklık, hacim gibi fiziksel özelliklerini moleküler düzeyde açıklayan teoridir. Bu teoriye göre;

1. Gazlar çok küçük ve çok sayıda taneciklerin (atom, molekül, iyon) bir araya gelmesiyle oluşur.
2. Gazlar sürekli olarak gelişigüzel ve doğrusal hareket ederler.
3. Gaz taneciklerinin birbirleri ile ve kabın çeperleri ile yaptıkları çarpışmalar tamamen esnektir. Gaz taneciklerinin kabın çeperleri ile çarpışmaları sonucu basınç olarak bilinen olay ortaya çıkmaktadır. Basınç, gaz taneciklerinin birim yüzeye uyguladıkları kuvvettir.
4. Kap içindeki gaz taneciklerinin sabit sıcaklıktaki basınçları zamanla değişim göstermez, tanecikler çarpışmaları sırasında sürtünme kuvvetleriyle karşılaşmazlar. Böylece hareket enerjileri kayba uğramaz.
5. Gaz ortamdaki tanecikleri kinetik enerjileri ortamın mutlak sıcaklığı ile doğru orantılıdır.
6. Düşük basınçlarda gaz tanecikleri arasındaki mesafeler, molekül çaplarına oranla çok fazladır. Böylece tanecikler arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişen moleküller arası çekim kuvveti ihmal edilebilecek kadar düşük değerdedir.
7. Gaz taneciklerinin kendi hacimleri, işgal ettikleri kabın hacmine oranla çok küçüktür ve hesaplamalarda ihmal edilebilir.

Odanın bir yerine sıktığımız parfümün kokusunun odanın her yerine yayıldığına şahit olmuşuzdur. Parfümün içinde bulunan gaz molekülleri havada yayılarak bur-numuza kadar gelir. Kinetik teoride açıklandığı gibi gaz tanecikleri her yöne doğru düzensiz olarak hareket ederler. Gaz moleküllerinin hareketleri difüzyon ve efüzyon olayları ile açıklanır. Bir gazın aynı ya da başka gaz içinde yayılması olayına **difüzyon** denir. Kapalı bir kapta bulunan gaz taneciklerinin kapta açılan küçük bir delikten basıncı daha düşük bir ortama yayılmasına **efüzyon** denir.



Bir gaz taneciği bir uçtan diğer uca giderken gerçekte sık sık diğer moleküllerle çarpışır ve yön değiştirir. Bu şekilde hareket etmesi gaz taneciklerinin yayılmasını ya-vaşlatır.

Thomas Graham (Tamis Girehem) gazların yayılması üzerine yaptığı çalışmalar so-nucunda, aynı sıcaklıktaki gaz maddelerin taneciklerinin yayılma hızlarının o gazın mol kütesinin karekökü ile ters orantılı olduğunu ifade etmiş ve kendi adıyla anılan **Graham Yasası**'nı oluşturmuştur. Difüzyon hızı, maddenin sıcaklığına, molekülün ağırlığına, maddenin yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Aynı sıcaklıkta karşılaştırıldı-ğında iki farklı A ve B gazları aynı kinetik enerjiye sahiptir.

$$KE_A = KE_B$$

$$\frac{1}{2} m_A V_A^2 = \frac{1}{2} m_B V_B^2$$

Bu bağıntı; $V_A^2 / V_B^2 = m_B / m_A$ olarak düzenlenebilir.

Eşitlikteki kütle yerine mol kütleleri yazılabilir.

$$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{M_{AB}}{M_{AA}}}$$

2. Ünite: Gazlar

Aynı şartlarda bulunan gazların mol kütleleri oranı yoğunlukları oranıyla da aynı olacağından Graham Difüzyon Yasası aşağıdaki formülle ifade edilir;

$$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{M_{AB}}{M_{AA}}} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}}$$

Formülde;

V: yayılma hızı

M_A : mol kütlesi

d : yoğunluk

1. Deneysel

Deneyin Adı: Gazların Yayılma Hızı



Deneyin Amacı: Farklı iki gazın difüzyon hızlarını incelemek

GEREKLİ ARAÇ VE GEREÇLER

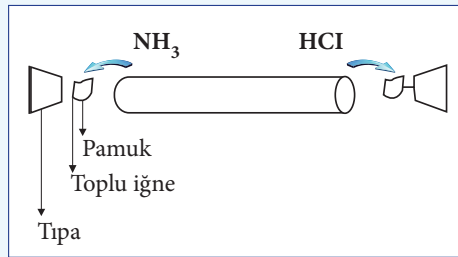
- 50 cm boyunda iki ucu açık cam boru
- 2 adet deliksiz lastik tıpa
- 2 adet toplu iğne
- Cetvel
- Saat camı
- Derişik HCl çözeltisi
- Derişik NH₃ çözeltisi
- Saat

DİKKAT!!!

Bu deneyde derişik kimyasal maddeler kullanıldığından; deney, çeker ocak altında önlük, eldiven, gözlük kullanılarak yapılmalıdır.

DENEYİN YAPILIŞI

- İki cam boruyu yere paralel olarak bağlayalım.
- Saat camı üzerinde küçük pamuk parçalarından birine HCl, diğerine NH_3 çözeltilerinden 2-3 damla damlatalım.
- Pamukları toplu iğne ile lastik tıpalara batırarak tutturalım.
- Her iki tıpayı aynı anda borunun uçlarına sıkıca takalım.
- Saate bakarak not edelim.
- Cam borunun içerisinde oluşan beyaz renkli NH_4Cl halkasının meydana geldiği anı saate bakarak yazalım.
- Oluşan NH_4Cl 'ün pamuklara olan mesafesini cetvel ile ölçerek yazalım.

**SONUÇ**

- Olayın denklemi: $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ şeklindedir.
- Cam boruda NH_4Cl 'ün oluştuğu yer HCl'e daha yakın olur.
- Tuzun oluştuğu yer NH_3 'tan uzakta olduğuna göre NH_3 , HCl'ten daha hızlı yayılmıştır. Yani; $V_{\text{NH}_3} > V_{\text{HCl}}$ olur.
- HCl'in mol kütlesi, NH_3 'ün mol kütlesinden daha büyüktür.
- HCl'in yayılma süresi, NH_3 'ün yayılma süresinden daha fazla olur . Yani hızı fazla olanın yayılma süresi daha kısadır.

Gazların yayılma hızları ile yayılmaları için geçen süre ters orantılıdır. Yani mol kütlesi daha düşük olan molekül daha kısa sürede yayılır. O halde formüle yayılma hızları da eklendiğinde son hali;

$$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{M_{AB}}{M_{AA}}} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}} = \frac{t_B}{t_A}$$

şeklinde olur.

2. Ünite: Gazlar

2.4. GAZ KARIŞIMLARI

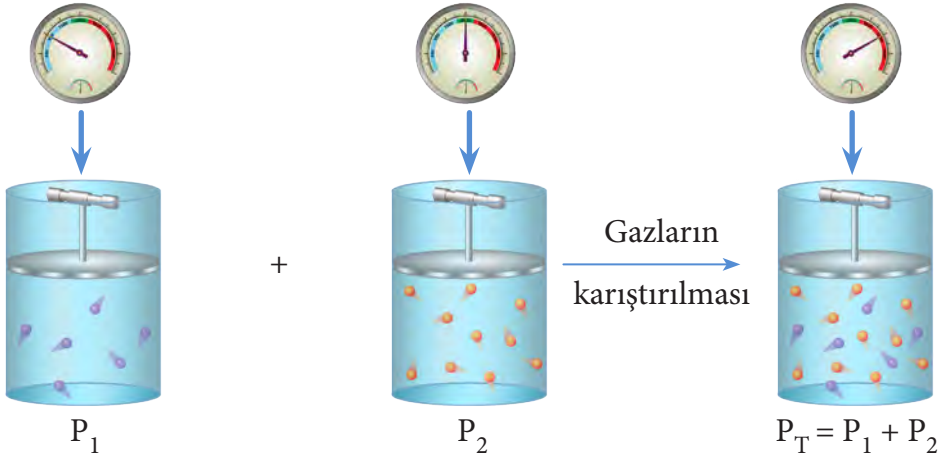
Havanın birden çok gazdan oluşan bir karışım olduğunu biliyoruz (Görsel 2.11). Bu gazlar birbirleriyle tepkime vermeden karışım olarak bir arada bulunurlar. Benzer şekilde doğal gaz, LPG gibi yakıtlar da içinde birden çok gaz madde bulundurur.



Görsel 2.11 Hava

Arabalarda yakıt olarak kullanılan LPG, bütan ve propan gazlarının bir karışımıdır. Yakıt deposuna alınan LPG'nin içinde bulunan her bir gaz deponun çeperlerine basınç uygular. Gaz karışımlarında ortamda bulunan her bir gazın yaptığı basınca **kısmi basınç** denir. Bir gazın kısmi basıncı aynı zamanda gazın tek başınayken yaptığı basınca eşit olur.

Hava kirliliği ölçümlerinde havadaki bulunan gazların basınç-sıcaklık-hacim ilişkilerinden yararlanır. Toplam basınçtan ve mol sayısından yola çıkılarak aşağıdaki şekilde kısmi basınç hesaplamaları yapılır (Görsel 2.12).



Görsel 2.12 Dalton kısmi basınçlar yasası

A ve B gibi iki gaz, V hacimli bir kaptan bulunsun. A gazı tarafından uygulanan basınç, ideal gaz denkleminde göre,

$$P_A = n_A RT / V$$

Burada n_A , A'nın mol sayısıdır. Benzer şekilde, B gazı tarafından uygulanan basınç,

$$P_B = n_B RT / V$$

dir. A ve B gazlarının karışımında, toplam basınç P_T , A ve B moleküllerinin kabın çeperlerine çarpmasından doğar.

Böylece, Dalton yasasına göre,

$$\begin{aligned} n_A + n_B = n_T & \Rightarrow \begin{aligned} P_T &= P_A + P_B \\ P_T &= n_A RT / V + n_B RT / V \\ P_T &= RT / V (n_A + n_B) \\ P_T &= n_T RT / V \end{aligned} \end{aligned}$$

Burada $n_T = n_A + n_B$, yani karışımdaki gazların toplam mol sayısı, P_A ve P_B sırasıyla A ve B gazlarının kısmi basınçlarıdır. Gaz karışımı için, P_T , gaz moleküllerinin yapısına değil karışımdaki gazların toplam mol sayısına bağlıdır.

Genel olarak, gaz karışımlarının toplam basıncı şöyle verilir,

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \dots$$

Burada P_1, P_2, P_3, \dots basınç değerleri 1, 2, 3, ... bileşenlerin kısmi basınçlarıdır. Her bir kısmi basıncın, toplam basınçla nasıl bir ilgisi olduğunu görmek için, yine A ve B gazlarından oluşan bir karışım göz önüne alınır; P_A, P_T ye bölünürse,

$$\begin{aligned} P_A / P_T &= (n_A RT / V) / [(n_A + n_B) / RT / V] \\ P_A / P_T &= n_A / (n_A + n_B) \\ P_A / P_T &= X_A \end{aligned}$$

elde edilir ve burada X_A , A'nın mol kesridir. Mol kesri, gaz karışımındaki herhangi bir gazın mol sayısının, karışımdaki bütün gazların mol sayılarına oranıdır. Genel olarak, bir karışımdaki i bileşenin (gazının) mol kesri,

$$X_i = n_i / n_T$$

dir. Burada, n_i ve n_T sırasıyla, i bileşenin ve bileşenlerin toplam mol sayısını gösterir. Mol kesri daima 1 den küçüktür. Buna göre, A ve B'nin kısmi basıncı şöyle ifade edilir :

$$P_A = X_A P_T \text{ ve } P_B = X_B P_T$$

Gaz karışımında mol kesirlerinin toplamının bire eşit olması gerektiğine dikkat ediniz.

2. Ünite: Gazlar

Eğer sadece iki bileşen varsa,

$$X_A + X_B = n_A / (n_A + n_B) + n_B / (n_A + n_B) = 1$$

Eğer bir sistem ikiden fazla gaz içeriyorsa, i bileşenin kısmi basıncı, toplam basınca

$$P_i = X_i P_T$$

eşitliğine göre bağlıdır.



12. UYGULAMA

1. Aynı kaplarda bulunan eşit kütlede He, CH₄ ve SO₂ gazlarının toplam basıncı 42 atm'dir. He' un kısmi basıncı kaçtır? (H:1, He: 4, C:12, O:16, S: 32)

Çözüm:

$$P_T = 42 \text{ atm} \quad P_{\text{He}} = ?$$

Kütleleri eşit olduğuna göre;

$$n_{\text{He}} = m / 4, \quad n_{\text{CH}_4} = m / 16, \quad n_{\text{SO}_2} = m / 64$$

$$P_{\text{He}} = n_{\text{He}} / n_T \cdot P_T = (m / 4) / (21m / 64) \cdot 42$$

$$P_{\text{He}} = (m/4) \cdot (21m / 64) \cdot 42 = 32 \text{ atm}$$

2. 4 mol H₂, 3 mol CO₂ ve 2 mol He gazının bulunduğu kabın toplam basıncı 1,8 atm'dir. Buna göre CO₂'in kısmi basıncı kaçtır?

Çözüm:

$$n_T = 4+3+2 = 9 \text{ mol}$$

$$p_T = 1.8 \text{ atm}$$

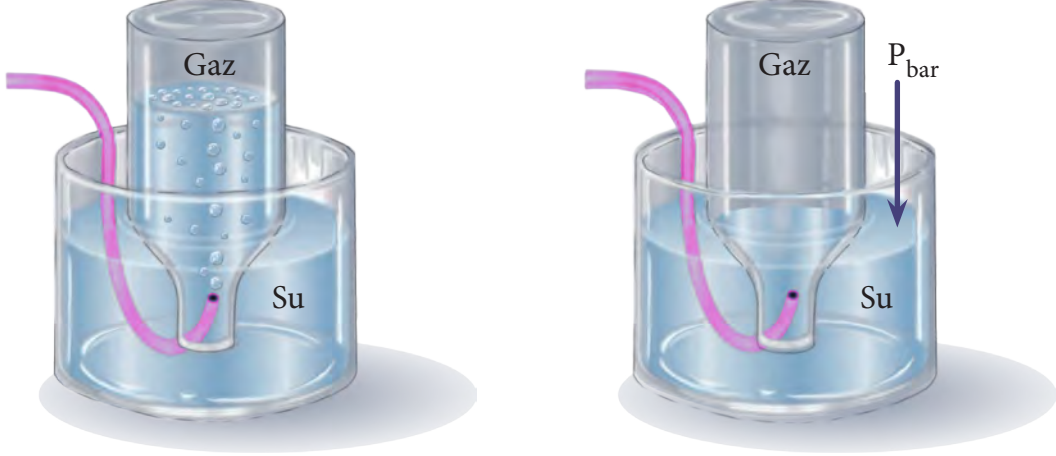
$$P_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} / n_T \cdot P_T$$

$$P_{\text{CO}_2} = 3/9 \cdot 1,8$$

$$P_{\text{CO}_2} = 0,6 \text{ atm}$$

Gazların Su Üstünde Toplanması

Gazlı içeceklerde karbon dioksit, suyun üstünde toplanarak gaz karışımı oluşturur.



$$P_{\text{toplam}} = P_{\text{bar}} = P_{\text{gaz}} + P_{\text{H}_2\text{O}}$$

Bir kimyasal tepkimede elde edilen ve suda çözünemeyen gazlar su üzerinde toplanır. Bunun için tepkime kontrollü olarak yapılarak görseldeki gibi toplama kabı kullanılır ve gaz madde bu kabta toplanır. Bu yöntemde gaz yanında su buharı da olacağından bir gaz karışımı oluşur. Bu karışımındaki su buharı oranı suyun sıcaklığına bağlıdır. Çünkü suyun doymuş buhar basıncı sıcaklık arttıkça artar. Aşağıdaki tabloda bazı sıcaklıklarda suyun buhar basıncı verilmiştir. İnceleyelim.

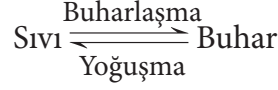
Sıcaklık (°C)	Suyun buhar basıncı (mmHg)
15	12,8
17	14,5
19	16,5
21	18,7
23	21,1

Dalton Yasasına göre toplam gaz basıncı iki kısmi basıncın toplamına eşittir.

$$P_{\text{toplam}} = P_{\text{gaz}} + P_{\text{su}}$$

2. Ünite: Gazlar

Sıvı ile buharın bir arada bulunduğu kapalı bir kaptaki buharlaşma- yoğuşma bir arada olur. Sıvı-buhar dengesi;



Kapalı bir kaptaki sıvısıyla dengede olan buharın oluşturduğu basınç **denge buhar basıncı** denir. Sıvının sıcaklığı arttıkça buhar basıncı da artar. (Görsel 2.13) Buhar basıncı, sıcaklık sabit kalmak koşuluyla hacim ve basınç değişimlerinden etkilenmez. Buhar basıncı; sıvının cinsine, sıvının sıcaklığına, sıvının saflığına bağlıdır.



Görsel 2.13 Sıvı buhar basıncı



13. UYGULAMA

1. Kapalı bir kaptaki $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' ta bir miktar N_2 gazı su üzerinde toplanmıştır. Bu sıcaklıkta kaptaki toplam basınç $340,8\text{ mmHg}$, su buharının basıncı ise $31,8\text{ mmHg}$ 'dir. Sıcaklık değiştirilmeden kabın hacmi iki kat artırıldığında kaptaki toplam basınç kaç mmHg olur?

Çözüm:

$$P_T = 340,8\text{ mmHg}$$

$$P_{\text{toplam}} = P_{\text{gaz}} + P_{\text{su buharı}}$$

$$P_{\text{su}} = 31,8\text{ mmHg}$$

$$340,8 = P_{\text{gaz}} + 31,8$$

$$P_{\text{gaz}} = 309\text{ mmHg}$$

Hacim 2 katına çıkarıldığında kaptaki toplam gaz hacmi değişir. Fakat sıcaklık sabit olduğundan suyun buhar basıncı değişmez.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$309 \cdot V = P_2 \cdot 2V$$

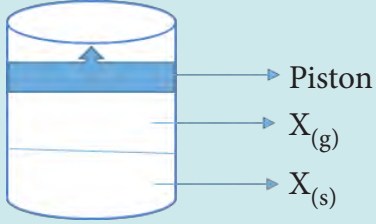
$$P_2 = 309 / 2 = 154,5\text{ mmHg olur.}$$

Toplam gaz hacmi; $P_T = P_{\text{gaz}} + P_{\text{su buharı}}$ olur.

$$P_T = 154,5 + 31,8 = 186,3\text{ mmHg}$$



14. UYGULAMA



Şekildeki V hacimli sistemde 30°C ' da buharı ile dengede X sıvısı ve bu sıvıda çözünmeyen O_2 gazı bulunmaktadır. Sistemin toplam gaz basıncı 300 mmHg 'dır. Sabit sıcaklıkta sistemdeki toplam basıncı 550 mmHg yapabilmek için gaz fazının hacmi kaç V yapılmalıdır? (X sıvısının 30°C 'de buhar basıncı 50 mmHg 'dır.)

Çözüm:

V hacimli kapta;

$$P_{\text{toplam}} = P_{\text{gaz}} + P_{\text{su buharı}}$$

$$300 = P_{\text{gaz}} + 50$$

$$P_{\text{gaz}} = 250 \text{ mmHg}$$

$P_T = 550 \text{ mmHg}$ olduğunda gaz basıncı;

$$P_{\text{toplam}} = P_{\text{gaz}} + P_{\text{su buharı}}$$

$$550 = P_{\text{gaz}} + 50$$

$$P_{\text{gaz}} = 500 \text{ mmHg}$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

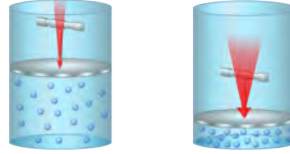
$$250 \cdot V = 500 \cdot V_2$$

$$V_2 = V / 2$$

2.5. GERÇEK GAZLAR

Kinetik teori varsayımlarına uyan gazlara **ideal gaz**, ideal olmayan gazlara da **gerçek gazlar** denir. Bir gazın ideal olabilmesi için gaz tanecikleri arasında hiçbir etkileşimin olmaması gerekir. Ancak doğadaki gazların hiçbiri ideal gaz değildir. Bütün gazlar yeterince düşük basınçlarda ve yüksek sıcaklıklarda ideale yakın davranırlar fakat artan basınçlarda ideallikten saparlar.

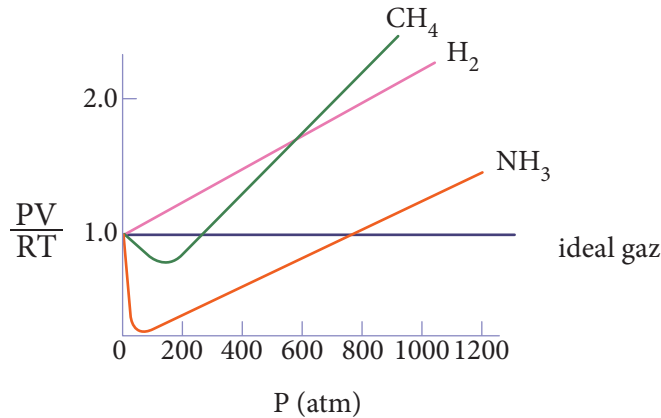
Çok yüksek basınçlarda gaz hacmi çok küçüktür ve sifıra yaklaşır. Ancak, gerçek gazlarda moleküllerin kendilerinin de bir hacmi vardır ve belirli bir noktadan sonra sıkıştırılabilmeleri zordur (Görsel 2.14).



Görsel 2.14 Gazların sıkıştırılabilirliği

Acaba görsel 2.14'deki moleküllerin öteleme hareketi sıcaklık arttıkça artar mı? Sıcaklık taneciklerin kinetik enerjilerini artırdığından sıcaklık arttıkça hareketleri de artar. Tanecikler arası etkileşimleri düşük sıcaklıklarda daha fazla olmaktadır. Çünkü taneciklerin yaptıkları öteleme hareketleri azalmaktadır. Dolayısıyla **gerçek gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçlarda ideallığe yaklaşır**. O halde gazlar hangi koşullarda ideallikten saparlar? Yüksek basınç altında gazlar birbirine daha yakındır bu durumda moleküller arası kuvvetler gaz taneciklerinin hareketini etkileyecek kadar önemli hale gelir ve gaz ideal davranamaz. Düşük sıcaklıklarda da gaz taneciklerinin kinetik enerjileri azaldığından taneciklerin hareketleri de azalır ve gaz ideal davranamaz.

İdeal gaz denklemi $PV = nRT$ olduğuna göre 1 mol gaz için $PV/RT = 1$ 'dir. Bu eşitliği doğrulayan ideal gazlardır. Ancak gerçek gazlar için bu denklem geçerli değildir.



PV/RT oranı 1'e yaklaştıkça gaz, ideal gaz davranışına yaklaşır. Grafikte basınç arttıkça 1'den sapmaların arttığı ve gaz davranışlarının ideallikten uzaklaştığı görülmektedir.

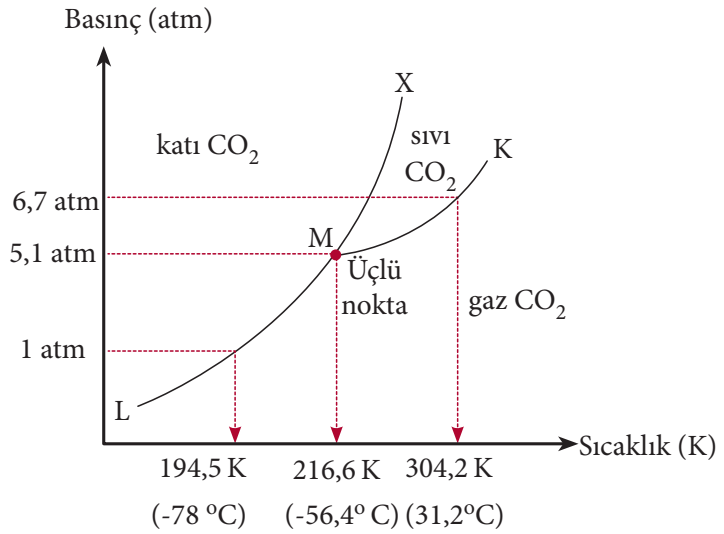
Gaz tanecikleri arasında az da olsa çekim kuvvetleri vardır. Gaz tanecikleri normal atmosfer basıncı altında basitçe soğutularak sıvı haline getirilebilir.

Bir maddenin verilen sıcaklık ve basınç değerlerinde hangi fiziksel halde bulunduğunu gösteren grafiklere **faz diyagramı** denir. Her maddenin bir faz diyagramı vardır. Yanda karbondioksit için faz diyagramı verilmiştir. (Görsel 2.15) Diyagramda bulunan LM, XM ve KM eğri-leri düzlemi katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç bölgeye ayırmıştır. Grafikte üç eğrinin birleştiği noktaya üçlü nokta denir. Üçlü nokta katı, sıvı ve gaz üç fazın dengede bulunduğu sıcaklık ve basınç değerini göstermektedir.

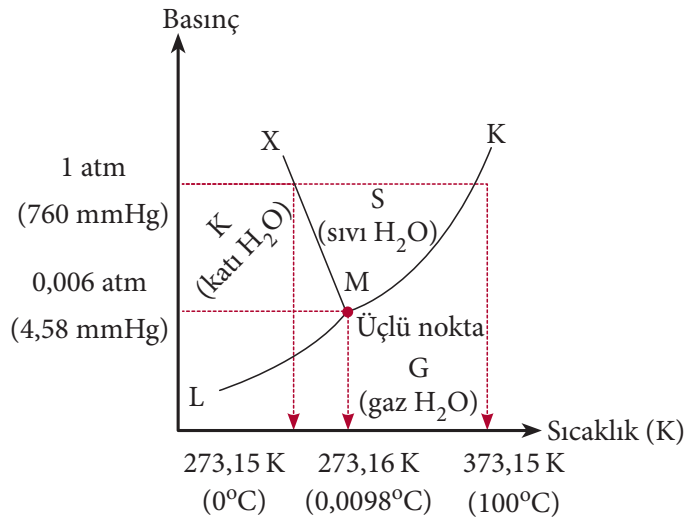
Görsel 2.15'de görüldüğü gibi CO₂ sıvı fazı 1 atmosferin üstünde bulunmaktadır. 1 atm basınçta -78°C üzerindeki sıcaklıklarda katı CO₂ (kuru buz) erimeden gaz haline geçer yani süblimleşir. Karbon

dioksit 5.1 atm basınçta -56 °C'da kaynar.

Görsel 2.16 suyun faz diyagramı verilmiştir.



Görsel 2.15 Karbon dioksit gazının faz diyagramı



Görsel 2.16 Suyun faz diyagramı

2. Ünite: Gazlar

Grafikte LM, XM ve KM eğrileri suyun fazlarını birbirinden ayırmaktadır. XM eğrisi basınç arttıkça sola doğru eğilir. Bu bize buzun basınç arttıkça daha düşük sıcaklıklarda eriyeceğini göstermektedir yani donma noktası düşmektedir. Su, 1 atmosfer basınçta 100 °C'da kaynar. 1 atm'nin üzerindeki basınçta 100 °C'un üstündeki sıcaklıklarda kaynar.

Gazları sıvılaştırmanın iki yolu vardır. Bunlar; sıcaklıklarını düşürmek ya da yüksek basınç uygulamaktır. Ancak gazlar belirli bir sıcaklıktan sonra hangi basınç uygulanırsa uygulansın sıvılaştırılamaz. Her gaz için ayrı olan bu sıcaklığa **kritik sıcaklık** adı verilir. Yani kritik sıcaklık, bir gazın basınç uygulanarak sıvılaştırılabileceği en yüksek sıcaklıktır ve T_k ile gösterilir. Kritik sıcaklıkta bulunan bir gazı sıvılaştırabildiğimiz basınç değerine **kritik basınç** denir.



Görsel 2.17 a) Doğal gaz

b) Su buharı

Acaba buhar ile gaz arasında bir farklılık var mıdır (Görsel 2.17) Gazlar gibi davranışları hâlde, buldukları sıcaklıkta basınçla sıvılaştırılabilen akışkanlara **buhar** adı verilir. Kritik sıcaklığın altındaki sıcaklıklarda madde buhar, üstündeki sıcaklıklarda madde gaz halinde bulunur. O halde bir maddenin gaz olup olmadığını anlamak için kaynama noktasına değil kritik sıcaklığına bakmak gerekir. Tablo 2.1'de bazı gaz maddelerin kaynama noktaları ve kritik sıcaklık değerleri verilmiştir. Tabloyu incelediğimizde su; 374,4 °C'a kadar olan sıcaklıklarda buhar fazında bulunurken kritik sıcaklığın üzerindeki sıcaklık değerlerinde ne kadar basınç uygulanırsa uygulansın sıvılaşamaz ve artık gaz halinde bulunur. Aynı şekilde karbon dioksit de 31 °C'a kadar olan sıcaklıklarda buhar fazındadır ancak kritik sıcaklığın üzerindeki sıcaklık değerlerinde sıvılaştırılamaz ve gaz hâlde bulunur.

Madde	Kritik sıcaklık (°C)	Kaynama Noktası (°C)
Su	374,4	100
Amonyak	132,4	-33,34
Karbondioksit	31,0	-78,0
Metan	-83,0	-164,0
Argon	-122,3	-186,0

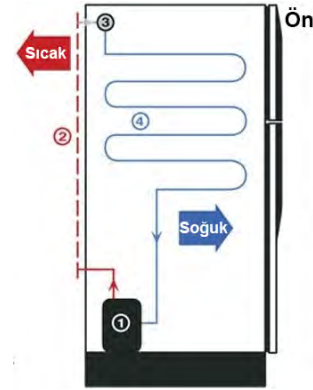
Tablo 2.1 Bazı maddelerin kritik sıcaklıkları ve kaynama noktaları (1 atm basınçta)

Sıvılaştırma gaz moleküllerinin temel özelliklerinin analizinde ve gazların depolanmasında kullanılır. Bir maddeyi soğutmanın bir diğer yolu da kendinden daha soğuk bir maddenin içine koymaktır. Soğutma işlemi sırasında buz, sıvı hava, kuru buz (katı CO₂) kullanılabilir.

James Joule (Jeyms Jul) ve William Thomson (Vilyım Tamsın) adlı bilim insanlarının çalışmalarıyla sıkıştırılan bazı gazların aniden genleştiklerinde soğumakta olduğu ortaya konmuştur. Bu olaya **Joule-Thomson olayı** denir. Gaz tanecikleri genleşme sırasında kendi molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerini yenerler bu sırada gereken ısıyı gaz kendi öz ısısından kullanarak sıcaklığı düşer. Gazların bu özelliği ise buzdolabı, klima gibi soğutucularda kullanılır.

Buzdolaplarında bir kompresör yardımıyla sıvılaştırılan gaz, alet içinde dolaşarak soğutma sağlanır. Buzdolabının çalışma prensibini irdeleyecek olursak (Görsel 2.18);

- Buzdolaplarının arka tarafında bulunan bölmede gaz sıkıştırılır.
- Gazın basıncı ve sıcaklığı artırıldığında boru yardımıyla yukarı doğru hareket eder ve bu sırada sıcaklığı azalarak sıvı hale geçer.
- Sıvılaştıran gaz yüksek basınçlı bölgeden düşük basınçlı bölgeye geldiğinde genleşerek soğur tekrar gaz haline geçer.



Görsel 2.18 Buzdolabının çalışma prensibi

- Bu hal değişimi sırasında gaz ortamdan ısı aldığı için buzdolabının içi soğur.
- Soğuyan gaz tekrar gaz sıkıştırıcı bölmeye gelerek ısınır gazın döngüsü başa döner. Bu sayede buzdolabının içi soğuk arka tarafı sıcak olur.

Soğutucu olarak kullanılan gazların kaynama noktaları düşük, kritik sıcaklıkları yüksek olmalıdır. Bu gazlar aktif yani tepkime verme eğiliminde olmamalıdır. Ayrıca ucuz, çevreye zarar vermeyen ve kolay temin edilebilir olması gerekir. Günümüzde en çok tercih edilen tetrafloroetilen gazıdır.

2. Ünite: Gazlar

ÖZET

Hacim birimleri	Basınç birimleri
1L = 1 dm ³ = 1000 cm ³	1 atm = 760 mmHg = 76 cmHg
1 m ³ = 1000 dm ³	1 mmHg = 1 Torr 760 mmHg = 760 Torr

Gaz Yasaları		
Boyle Mariotte Yasası	Basınç - hacim ilişkisi (n ve T sabit)	$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$
Charles Yasası	Hacim - sıcaklık ilişkisi (P ve n sabit)	$V_1 / V_2 = T_1 / T_2$
Gay - Lussac Yasası	Basınç - sıcaklık ilişkisi (V ve n sabit)	$P_1 / P_2 = T_1 / T_2$
Avogadro Yasası	Mol - hacim ilişkisi (P ve T sabit)	$V_1 / V_2 = n_1 / n_2$

Gaz Yasalarının Birleştirilmesi; İdeal Gaz Yasası

$$PV = nRT \text{ (İdeal gaz denklemi)}$$

Bu bağıntıda P basınç (atm), V hacim (L), T mutlak sıcaklık (K), n madde miktarı (mol), R ideal gaz sabitidir.

- 0 °C ve 1 atm basınç koşullarına normal koşullar denir. Normal koşullarda 1 mol gaz 22,4 L hacim kaplar.
- $R = 22,4 / 273 = 0,082 \text{ L atm / mol K}$

İdeal gaz denklemine uyan gazlara ideal gaz denir. Doğadaki gazlar gerçek gazlardır. Gerçek gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçta ideale yaklaşırlar.

Kinetik teoriye göre gazların genel özellikleri şöyle sıralanır;

- Gaz molekülleri gelişigüzel hareket eder ve buldukları kabın çeperlerine yaptıkları çarpımlar basınca neden olur.
- Moleküllerin birbiri veya kabın çeperiyle yaptıkları çarpışmalar esnekler.
- Düşük basınçta gaz molekülleri arasında çekim kuvvetinden bahsedilmez.
- Gaz moleküllerinin kendi hacmi, buldukları kabın hacminin yanında ihmal edilir.
- Gaz moleküllerin çarpışmalar sırasında sürekli yönleri ve hızları değiştiği için moleküllerin ortalama hızlarından bahsedilir. Gazların ortalama hızları sıcaklık (T) ve mol kütlelerine bağlıdır.
- Gazların ortalama kinetik enerjileri, mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır.

2. ÜNİTE

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

1. 128 gram SO_2 gazının 200 cm^3 hacim kapladığı koşullarda, 80 gram CH_4 gazı kaç litre hacim kaplar? (H : 1 g/mol, C : 12 g/mol, O : 16 g/mol, S : 32 g/mol)

A) 0,5 B) 1 C) 2 D) 50

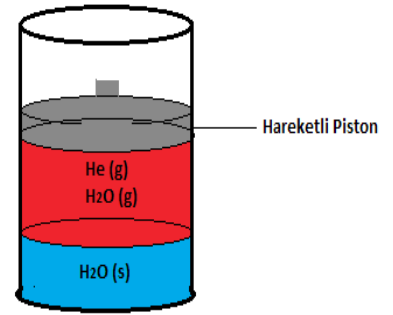
2. Deniz seviyesinde serbest pistonlu bir kap içinde üstte He gazı ve H_2O buharı altta ise H_2O sıvısı bulunmaktadır.

Buna göre, pistonun aşağıya doğru hareket edebilmesi için;

- I. Sistem soğutulmalı
 II. Aynı sıcaklıkta kaba He gazı eklenmeli
 III. Aynı sıcaklıkta sistem dağın tepesine çıkarılmalı

işlemlerinden hangileri tek başına yapılmalıdır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III



3. Elastik bir balon gaz ile doldurulup açık havaya bırakıldığında belli bir yüksekliğe çıktığında patladığı gözleniyor.

Bu olayın nedeni;

- I. Dış basıncın azalması
 II. Balonun hacminin artması
 III. Açık hava basıncının artması

niceliklerinden hangileri ile açıklanabilir?

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

2. Ünite Ölçme ve Değerlendirme Soruları

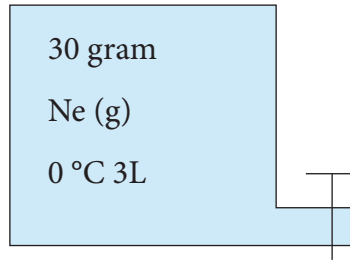
4. Gazlar ile ilgili olarak;

- I. Gaz miktarı mol sayısı ile belirtilir.
- II. Gazın hacmi, içini doldurduğu kabın hacmidir.
- III. Manometreler, kapalı kaplardaki gaz basıncını ölçer.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

5.



Yukarıdaki şekilde verilen Ne gazının basıncı kaç atm'dir? (Ne: 20 g/mol)

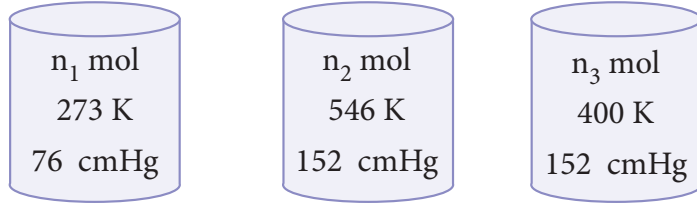
- A) 5,6 B) 11,2 C) 33,6 D) 44,8

6. Sabit hacimli kapta 200 K sıcaklıkta 760 Torr basınçlı X gazı bulunmaktadır.

Kap ısıtıldığında basınç 2 atm olduğuna göre X gazının son sıcaklığı kaç °C olur?

- A) -73 B) -173 C) 127 D) 273

7.



Yukarıda bir gazın eşit hacimli kaplarda farklı sıcaklık ve basınçlardaki mol sayıları verilmiştir.

Buna göre n_1 , n_2 ve n_3 değerleri arasındaki ilişki hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) $n_3 > n_1 = n_2$ B) $n_1 = n_2 > n_3$
 C) $n_1 = n_2 = n_3$ D) $n_1 > n_2 > n_3$

8. 10 litrelik kaba 273 °C' ta 2 mol X gazı ile 4 mol Y gazı konuluyor.

Buna göre X gazının kısmi basıncı kaç atm'dir?

- A) 1,12 B) 2,24 C) 4,48 D) 8,96

9. 32 gram XO_2 gazının 273 °C sıcaklık ve 380 mm Hg basınç altındaki hacmi 44,8 litredir. **X'in atom kütlesi kaçtır? (O:16)**

- A) 16 B) 32 C) 64 D) 128

2. Ünite Ölçme ve Değerlendirme Soruları

10. 5 mol C_2H_6 gazının normal koşullarda hacmi litredir?

A) 112

B) 224

C) 448

D) 89,6

11. Joule – Thomson olayı ile ilgili;

I. Genleşen bir gazın sıcaklığında meydana gelen değişimi ifade eder.

II. Ani olarak genleşen gaz tanecikleri yavaşlar ve gazın sıcaklığı düşer.

III. Gazın genleşmesi sırasındaki sıcaklık değişimi ne kadar az ise gaz o kadar ideale yakındır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) II ve III

D) I, II ve III

12. I. Gerçek gazlar yüksek sıcaklık ve basınçta ideale yaklaşır.

II. Basınç ve sıcaklık sabit iken mol sayısı artarsa hacim artar.

III. Tanecikleri arasında itme ve çekme kuvveti bulunmaz.

İdeal gazlarla ilgili yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) I ve II

D) II ve III



3. ÜNİTE

SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK



3. ÜNİTE KONULARI

- 3.1. ÇÖZÜCÜ ÇÖZÜNEN ETKİLEŞİMLERİ**
- 3.2. DERİŞİM BİRİMLERİ**
- 3.3. KOLİGATİF ÖZELLİKLER**
- 3.4. ÇÖZÜNÜRLÜK**
- 3.5. ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER**

3. ÜNİTE

SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu üniteyi tamamladığınızda;

- Kimyasal türler arası etkileşimleri kullanarak sıvı ortamda çözünme olayını açıklayabilecek,
- Çözünen madde miktarı ile farklı derişim birimlerini ilişkilendirecek,
- Farklı derişimlerdeçözeltileri hazırlayacak,
- Çözeltilerin koligatif özellikleri ile derişimleri arasında ilişki kurabilecek,
- Çözeltileri çözünürlük kavramı temelinde sınıflandıracak,
- Çözünürlüğün sıcaklık ve basınçla ilişkisini açıklayabileceksiniz.

ANAHTAR KELİME VE KAVRAMLAR

- | | |
|---|-----------------|
| ☆ dipol-dipol etkileşimleri | ☆ molarite |
| ☆ iyon-dipol etkileşimleri | ☆ molalite |
| ☆ iyon-indüklenmiş dipol etkileşimleri | ☆ çözünürlük |
| ☆ dipol - indüklenmiş dipol etkileşimleri | ☆ hidrojen bağı |
| ☆ indüklenmiş dipol-indüklenmiş dipol etkileşimleri | |

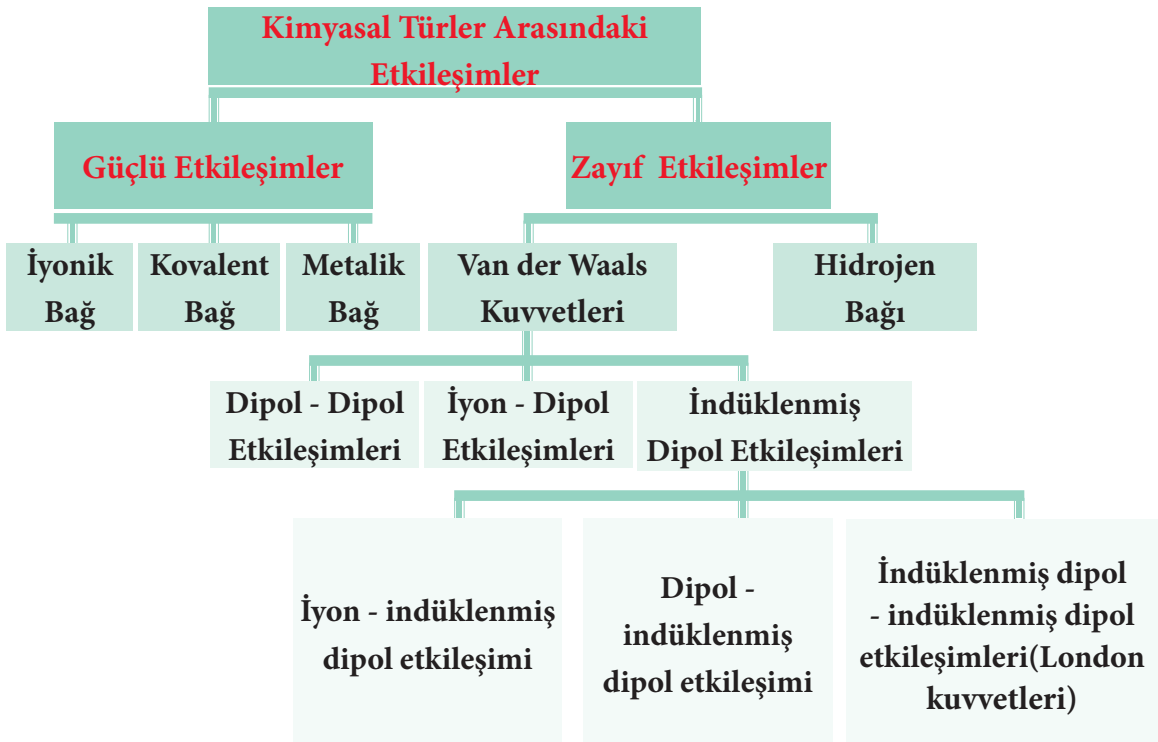
3.1. ÇÖZÜCÜ - ÇÖZÜNEN ETKİLEŞİMLERİ



Görseldeki gibi suya bırakılan bir tablet suda çözünürken naftalin suda çözünmez. Acaba bu durumu nasıl açıklarsınız? Suda tabletin çözünmesi maddelerin hangi özellikleri ile açıklanabilir?

Çözelti bileşenleri çözücü ve çözünen olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Örneğin; su içinde bir miktar tuz çözüldüğünde su çözücü madde, tuz ise çözünen maddedir. Çözeltide miktarı fazla olan madde genellikle çözücüdür. Bir çözeltinin sıvı olması için çözelti bileşenlerinden en az birinin sıvı olması gerekir. Bu tür çözeltilere **SIVI ÇÖZELTİLER** denir.

Çözünme olayının nasıl gerçekleştiğini daha önceki yıllarda kimyasal türler arası etkileşim konusunda öğrendiğiniz zayıf etkileşimler ile hatırlayınız. Bu etkileşimler aşağıdaki şemada gösterilmiştir.



3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

Bir madde başka bir maddeyle karıştığında tanecikler arasında etkileşimler olur. Bu etkileşimlerin türü ve gücü çözünme olayının olup olmayacağını belirler. Çözünme-nin gerçekleşmesi için; çözücü ve çözünenin kendi tanecikleri arasındaki etkileşim-lerin, çözücü ile çözünenin tanecikleri arasındaki etkileşimlerden daha zayıf olması gerekir. Benzer-benzeri çözer ilkesine göre genellikle polar maddeler polar maddeleri, apolar maddeler apolar molekülleri çözer.

Su, etil alkol gibi polar kovalent bağlı bileşikler oluşturulan atomlar arasındaki elektronegatiflik farkından dolayı atomlardan biri kısmi pozitif yüklü (+) diğeri de kısmi negatif yüklü (-) olur. Bu durumun moleküle iki kutuplu anlamına gelen dipol özellik kazandırdığını daha önceki yıllardan biliyoruz. Polar moleküller dipol özellik gösterir. Bu şekilde oluşan kovalent bağlar (HCl, HF, NH₃, H₂O... gibi) kalıcı dipolleri oluştururlar.

Kalıcı dipoller kimyasal türlerin kendi yapılarından kaynaklanan ve üzerlerinde sürekli bulunan dipollerdir. Dipoller kalıcı olabileceği gibi geçici (anlık) de olabilir. Molekülü oluşturan atomlar arasında elektronegatiflik farkı olmayan (H₂, Cl₂, O₂ ...) apolar moleküllerde ise kalıcı dipoller oluşmaz. Bunlarda indüklenmiş (geçici, anlık) dipoller oluşur.

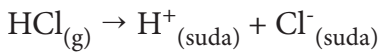
Polar kovalent bağ içeren moleküllerin kalıcı dipole sahip olup olmadığını anlayabilmek için molekülün yapısı bilinmelidir. CO₂ ve CH₄ molekülleri polar kovalent bağ içermesine rağmen kalıcı dipole sahip değildir. CO₂'te oksijenler üzerindeki kısmi negatif yükler doğrusal ve zıt yönde olduğu için birbirini nötrler ve geçici dipol oluşur. CH₄ molekülü de apolar olduğundan kalıcı dipoller oluşmaz. İndüklenmiş (geçici) dipol oluşur.

Bileşiklerin sıvı ortamda çözünmeleri kovalent ve iyonik yapıları olarak iki kısımda incelenebilir.

Kovalent Yapılı Bileşiklerin Sıvı Ortamda Çözünmesi

Kovalent yapıları bileşikler çözünerek aşağıdaki gibi iyonlarına ayrışır. H₂O, HCl, NH₃, CH₃OH vb. moleküllerin suda iyonlaşarak çözünme tepkimeleri;

HCl gazının suda çözünmesi;



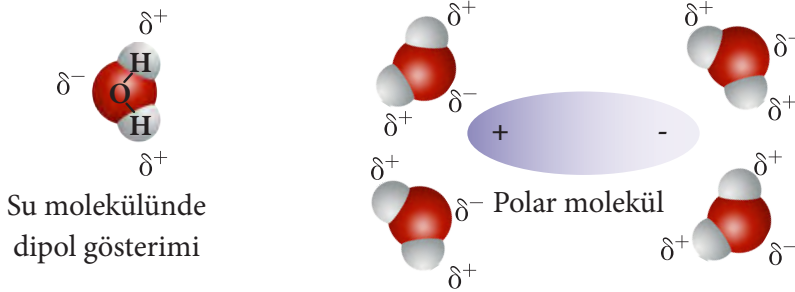
NH₃ gazının suda çözünmesi;



şeklinde gerçekleşir. Bu tür çözümler kimyasal türler arası etkileşimlerle açıklanır. Etkileşim türleri daha önceki yıllarda öğrenilmişti. Şimdi kovalent yapılu bileşiklerin çözümlerini açıklayan bu etkileşimler aşağıda verilmiştir. İnceleyiniz.

1 - Dipol-Dipol Etkileşimleri:

Polar moleküller arasında oluşan bir etkileşim türüdür. Polar bir molekülün pozitif yüklü (δ^+) kısmı ile diğer polar molekülün negatif yüklü kısmı (δ^-) arasındaki etkileşimlerle oluşur. Su (H_2O) içinde hidroklorik asitin(HCl)çözünmesi bir dipol-dipol etkileşimdir. Aşağıda bu etkileşim modellenmiştir. İnceleyiniz.



2 - Dipol-İndüklenmiş Dipol Etkileşimleri:

Bu etkileşim polar moleküller ile apolar moleküller arasında gerçekleşir. Apolar bir molekül CH_4 ile polar bir molekül H_2O karıştırıldığında aralarında dipol-indüklenmiş dipol etkileşimi gerçekleşir. Ancak etkileşim zayıftır CH_4 ile H_2O arasında çözünme gerçekleşmez. Apolar bir molekül olan O_2 molekülü suda az da olsa çözünür ve aralarında dipol-indüklenmiş dipol etkileşimi gerçekleşir.

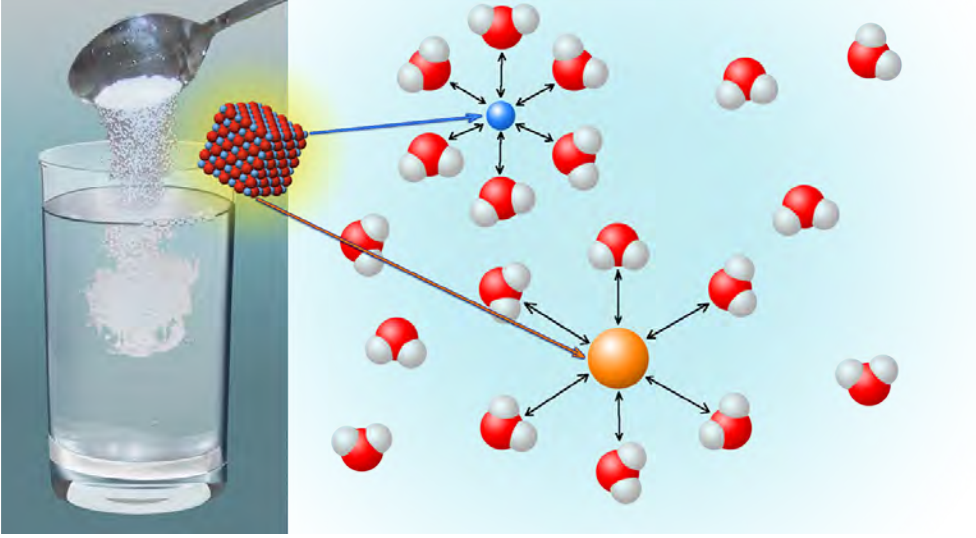
3 - İndüklenmiş Dipol - İndüklenmiş Dipol Etkileşimleri (London Kuvvetleri)

Tüm maddelerde London kuvveti vardır ancak etkileşim türleri arasında en zayıf etkileşim olduğundan diğerlerinin yanında göz ardı edilir. Soy gaz atomlarını ve apolar molekülleri bir arada tutan tek etkin çekim kuvveti London kuvvetleridir. London kuvvetleri apolar moleküller arasında gerçekleşir. Örneğin; F_2 , Cl_2 molekülleri gibi.

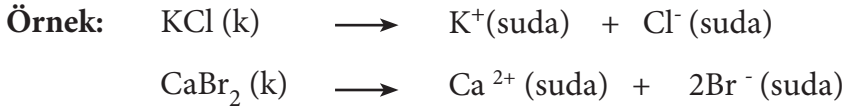
İyonik Yapılı Bileşiklerin Suda Çözünmesi

İyonik yapılu bileşikler suda çözüldüğünde iyonlarına ayrışır. Bu çözünmenin temsili modeli Görsel 3.1'de verilmiştir. İnceleyiniz.

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük



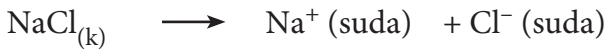
Görsel 3.1 Tuzun suda çözünmesi



İyonik bileşiklerin polar ve apolar maddelerle etkileşimleri iki türlü gerçekleşir.

1. İyon- Dipol Etkileşimleri

Bir dipol molekül ile iyonun arasındaki etkileşim türüdür. Örneğin; su ve yemek tuzu polar yapıli maddelerdir. Dolayısıyla tuz, su içinde çözünür. Bu çözünmenin denklemi aşağıdaki gibidir:



Tuz, suda çözündüğünde Na^+ ve Cl^- iyonlarına ayrışır. O hâlde bu tuzu oluşturan taneciklerin etkileşimi su ile tuz molekülleri arasındaki etkileşimden daha zayıftır .

2. İyon- İndüklenmiş Dipol Etkileşimleri

İyonlar ile apolar moleküller arasında oluşan etkileşim türüdür. İyonik katıların benzen(C_6H_6), kloroform(CCl_4) gibi apolar moleküllerde az da olsa çözünmeleri iyon- indüklenmiş dipol etkileşimleridir.

3.2. DERİŞİM BİRİMLERİ

İçtiğimiz bir meyve suyunun tadından içinde fazla miktarda şeker olup olmadığını anlayabiliriz ya da yediğimiz bir yemeğin içine belli bir miktar tuz atarız. Derişimin belli bir miktar çözücü içinde çözünen madde miktarının bir ölçüsü olduğunu daha önceki yıllarda öğrenmişsiniz. Derişimin;

$$\text{Derişim} = \frac{\text{Çözünenin madde miktarı}}{\text{Çözeltilerin miktarı}}$$

şeklinde hesaplandığını daha önceki yıllarda öğrenmişsiniz.

Yaygın olarak kullanılan derişim birimleri olarak molarite ve molalitedir.

Molarite (molar derişim) : 1 litre çözücüde çözünen maddenin mol sayısına **molarite** denir. Molar derişim olarak da ifade edilir. "M" ile gösterilir. Birimi "mol/litre (molar)" dir.

Örneğin; 1M'lık sodyum hidroksit çözeltisi hazırlamak için 1000ml (1L) çözeltilde 1 mol NaOH çözmemiz gerekir.

$$\text{molarite (M)} = \frac{\text{çözünen miktarı (mol)}}{\text{çözeltilerin hacmi (L)}}$$

$$M = n / V$$



1. UYGULAMA

1. 500 ml çözeltilde 0,2 mol NaOH çözüldüğüne göre çözeltilerin derişimi kaç molarlardır?

Çözüm:

$$M = n / V$$

$$n = 0,2 \text{ mol} \quad V = 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ L} \quad M = ?$$

$$M = 0,2 / 0,5 = 0,4 \text{ M (mol / L)}$$

2. 2L çözeltilde 49 g H₂SO₄'in çözünlmesiyle oluşan çözeltilerin molar derişimi kaçtır? (H:1, O:16, S:32)

Çözüm:

$$V = 2\text{L} \quad m = 49 \text{ g} \quad M = ?$$

$$\text{Mol kütlesi (H}_2\text{SO}_4) = 1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98 \text{ g}$$

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

98 g H_2SO_4 1 mol ise

49 g H_2SO_4 X mol

$$X = 49 \cdot 1 / 98 = 0,5 \text{ mol}$$

$$M = n / V = 0,5 / 2 = 0,25 \text{ mol /L olur.}$$

Molalite (Molal Derişim): 1 kg ya da 1000 g çözücüde çözünen maddenin mol sayısına **molalite** denir. Molal derişim olarak da ifade edilir. Molalite“m” ile gösterilir. Birimi “mol/kg (molal)” dır.

Örneğin; 1 molal (1 m) sülfürik asit (H_2SO_4) çözeltileri hazırlamak için, 1000 g (1 kg) suda 1 mol H_2SO_4 çözmemiz gerekir.

$$\text{molalite(m)} = \frac{\text{çözünen miktarı (mol)}}{\text{çözücünün kütlesi (kg)}}$$

Çözelti derişimlerinden kütlece yüzde derişim ve hacimce yüzde derişim daha önceki yıllarda öğrenilmişti. Bu birimlerden birisiyle verilen çözeltilerin derişimin başka bir birime çevrilmesi istenebilir. Bununla ilgili aşağıda verilen uygulamaları inceleyiniz.



2. UYGULAMA

1. 2 m'lık NaCl çözeltileri hazırlamak için kaç g NaCl alınmalıdır? (Na: 23, Cl: 35,5)

Çözüm: molalite = 2 m $m_{NaCl} = ?$

Molalite, 1000g çözücüde çözünen madde miktarı olduğuna göre 2 molal denildiğinde 1 kg çözücüde 2 mol NaCl olmalıdır. NaCl'ün 1 molü $23+35,5= 58,5$ g olduğuna göre 2 mol NaCl = $2 \cdot 58,5= 117$ g/mol'dür.

2. 2000 g suda 87g K_2SO_4 çözümlenerek hazırlanan çözeltilerin molalitesi kaçtır?

(K:39, S: 32, O:16)

Çözüm: $m_{\text{çözücü}} = 2000 \text{ g} = 2 \text{ kg}$

Mol kütlesi (K_2SO_4) = $39 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 174 \text{ g}$

$n(K_2SO_4) = 87 / 174 = 0,5 \text{ mol}$

$m = 0,5 / 2 = 0,25 \text{ mol/kg (molal)}$



3. UYGULAMA

1. Kütlece % 72' lik 500 g şekerli su çözeltisinin derişimini 2 molal yapmak için çözeltiliye kaç g su ilave edilmelidir? ($C_6H_{12}O_6$ (şeker)= 180 g/mol)

Çözüm:

100 g şekerli suda 72 g şeker var ise
5 kat 5 kat
500 g şekerli suda 72.5 = 360 g şeker bulunur.

Şekerin 1 molü 180 g/mol ise
360 / 180 = 2 mol 360 g şeker

Molalite = çözünen miktarı (mol) / çözücünün kütlesi (kg)

$$2 = 2 \text{ mol} / m_{\text{çözücü}}$$

çözücünün kütlesi = 2 / 2 = 1 kg'dır.

- 500 g %72'lik çözeltilide 360 g şeker var ise suyun miktarı = 500-360= 140 g'dır.
- 2 molal çözeltilide suyun miktarı 1000 g olmalıdır. Buna göre; 1000-140= 860 g su ilave edilmelidir.

2. Hacimce % 30'luk etil alkol çözeltisinin hacmi 200 ml'dir. 23 g etil alkol kullanarak 0,5 M'lık etil alkol çözeltisi hazırlamak için çözeltilide kaç ml etil alkol bulunmalıdır? (C_2H_5OH mol kütlesi = 46 g/mol)

Çözüm:

100 ml çözeltilide 30 ml etil alkol varsa
2 kat 2 kat
200 ml çözeltilide X ml etil alkol vardır.

$$X = 30 \cdot 2 = 60 \text{ ml olur.}$$

46 g etil alkol 1 mol ise
23 g etil alkol X mol

$$X = 1 / 2 = 0,5 \text{ mol olur.}$$

M = n / V olduğuna göre

$$0,5 = 0,5 / V \longrightarrow V = 1 \text{ litre olur.}$$

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

$$\begin{array}{ccc} 200 \text{ ml'de} & 60 \text{ ml etil alkol varsa} & \\ \downarrow 5 \text{ kat} & & \downarrow 5 \text{ kat} \\ \hline 1000 \text{ ml (1L)'de} & X \text{ ml etil alkol olmalı} & \\ \hline X = 1000 \cdot 60 / 200 = 300 \text{ ml etil alkol olmalıdır.} & & \end{array}$$

3. 200 ml 3M BaCl₂ çözeltisine kaç ml su eklenirse BaCl₂'ün molar derişimi 1 olur?

Çözüm:

$$M = n / V \quad 3 = n / 0,2 = 0,6 \text{ mol BaCl}_2$$

$$M=1 \text{ olması için; } 1 = 0,6 / V$$

$$V = 0,6 \text{ L} = 600 \text{ ml}$$

Başlangıçta V= 200 ml idi. 600-200= 400 ml su ilave edilmelidir.

Mol Kesri

Bir çözeltide herhangi bir bileşenin mol sayısının, çözeltideki bileşenlerin toplam mol sayılarının oranına **mol kesri** denir. "X" ile gösterilir.

Şimdi aşağıda verilen derişim hesaplamaları ile ilgili uygulamayı inceleyiniz.



4. UYGULAMA

Kütlece % 49'luk 400 g H₂SO₄ çözeltisindeki;

- H₂SO₄'ün mol kesrini
- Çözeltinin molalitesini hesaplayınız. (H: 1, S:32, O:16)

a) H_2SO_4 in mol kütlesi = $2.1 + 32 + 16.4 = 98 \text{ g/mol}$

H_2O ' yun mol kütlesi = $2 + 16 = 18 \text{ g/mol}$

Kütlece yüzde (% m/m) = $(m_{\text{çözünen}}/m_{\text{çözelti}}) \times 100$

$$49 = m_{\text{H}_2\text{SO}_4} / 400 \times 100$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 196 \text{ g}$$

1 mol H_2SO_4	98 g/mol ise
?	196 g
?	

$$? = 196 / 98 = 2 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

olur.

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 400 \text{ g} - 196 \text{ g} = 204 \text{ g}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 204 \text{ g} / (18 \text{ g/mol}) = 11,33 \text{ mol}$$

$$\text{Mol kesri (X)} = n_{\text{çözünen}} / n_{\text{toplam}}$$

$$X_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} / n_{\text{toplam}} = 2 / (2 + 11,33) = 0,15$$

b) $\text{Molalite (m)} = n_{\text{çözünen(mol)}} / m_{\text{çözücü(kg)}}$

$$m = 2 \text{ mol} / (204 \times 10^{-3} \text{ kg})$$

$$m = 9,8 \text{ molal}$$



5. UYGULAMA

1) 36 gram suda 69 gram etil alkol (C_2H_5OH) çözünerek bir çözelti hazırlanıyor. Buna göre hazırlanan çözeltide etil alkolün mol kesri kaçtır? (C:12, H:1, O:16)

Çözüm: $M_A H_2O = 2 + 16 = 18$ g su $M_A C_2H_5OH = 24 + 6 + 16 = 46$ g

$$\begin{array}{ccc}
 \begin{array}{c} 1 \text{ mol su} \quad 18 \text{ g ise} \\ \downarrow \\ 2 \text{ kat} \end{array} & & \begin{array}{c} 1 \text{ mol etil alkol} \quad 46 \text{ g ise} \\ \downarrow \\ 1,5 \text{ kat} \end{array} \\
 \begin{array}{c} \downarrow \\ X \text{ mol su} \quad 36 \text{ g} \\ \hline n_{su} = 36 / 18 = 2 \text{ mol} \end{array} & & \begin{array}{c} \downarrow \\ X \text{ mol etil alkol} \quad 69 \text{ g} \\ \hline n_{etil alkol} = 69 / 46 = 1,5 \text{ mol} \end{array}
 \end{array}$$

Etil alkolün mol kesri; $X_{etil alkol} = n_{etil alkol} / n_{toplam}$

$$n_{toplam} = 2 + 1,5 = 3,5 \text{ mol} \text{ ise } X_{etil alkol} = 1,5 / (2+1,5) = 1,5 / 3,5 = 0,4 \text{ mol}$$

2) $CaCO_3$ tuzu çözünerek hazırlanan 800 ml 0,05 molar derişimdeki çözeltinin ppm cinsinden derişimi kaç olur? (Ca: 40, C:12, O:16)

Çözüm: $M = n / V$ $M_A CaCO_3 = 40 + 12 + (16.3) = 100$ g

$$\begin{array}{ccc}
 0,05 = n / 0,8 & & 1 \text{ mol } CaCO_3 \quad 100 \text{ g ise} \\
 n = 0,04 \text{ mol} & & 0,04 \text{ mol } CaCO_3 \quad 100 \times 0,04 = 4 \text{ g olur.}
 \end{array}$$

$$ppm = (m_{\text{çözünen}} / m_{\text{çözelti}}) \times 10^6$$

$$ppm = (m_{\text{çözünen}} / V_{\text{çözelti}}) \times 10^6$$

$$ppm = (4 / 0,8) \times 10^6 = 5 \times 10^6$$

3.3. KOLİGATİF ÖZELLİKLER

Saf çözücüde çözünen maddenin cinsine bağlı olmayıp çözünen maddenin miktarına bağlı olarak değişen özelliklere **koligatif özellikler** denildiğini daha önceki yıllarda öğrenmişsiniz. Örneğin; tuzlu su çözeltisinin donma noktası, saf suyun donma noktasından daha düşüktür. Yani saf su 1 atm basınçta 0°C' ta donarken tuzlu su, çözeltideki tuz derişimi arttıkça sıfırdan daha düşük sıcaklıklarda donar. Donma noktası düşmesi bir koligatif özelliktir.

Koligatif özellikler, çözünenin cinsinden bağımsız çözünen maddenin derişimine bağlı olarak değişen çözelti özellikleridir. Buhar basıncı alçalması, donma noktası düşmesi, kaynama noktası yükselmesi ve osmotik basınçtır.

Buhar Basıncı Alçalması

Çözeltilerin buhar basıncı saf çözücünün buhar basıncından daha düşüktür. Örneğin aynı sıcaklıkta saf suyun buhar basıncı tuzlu suyun buhar basıncından daha yüksektir. Çünkü çözeltilerde sıvı daha yavaş buharlaşır. Sıvı yüzeyinde çözünen tanecikler de bulunacağından sıvının gaz hâline geçmesini azaltır. (Görsel 3.2) Çözeltideki suyun buharlaşmasını belirleyen etken suyun mol kesridir. Çözeltide suyun mol kesri azalır.

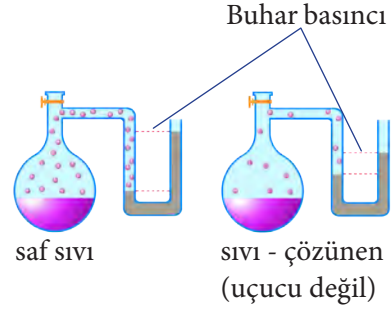
Buhar basıncı ile ilgili deneysel çalışmalar F.M. Raoult (Raul) tarafından yapılmıştır. (Görsel 3.3) Raoult, saf çözücüde bir madde çözüldüğünde çözünen maddenin çözücünün buhar basıncını düşürdüğünü tespit etmiştir. Aşağıdaki formülü geliştirmiştir.

$$P_{\text{çözücü}} = X_{\text{çözücü}} \cdot P^{\circ}_{\text{çözücü}}$$

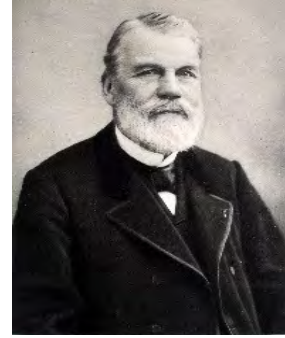
$P_{\text{çözücü}}$: Çözücünün kısmi buhar basıncı

$X_{\text{çözücü}}$: Çözücünün mol kesri

$P^{\circ}_{\text{çözücü}}$: Saf çözücünün buhar basıncı



Görsel 3.2 Buhar basıncı alçalması



Görsel 3.3 François- Marie Raoult (1830-1901)

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük



6. UYGULAMA

1 molal BaCl_2 çözeltisinin 50°C 'taki buhar basıncı kaç mmHg'dir? (50°C 'ta $P_{\text{su}}^0 = 100 \text{ mmHg}$) (H: 1, :16)

Çözüm:

1 molal BaCl_2

1000 g suda 1 mol BaCl_2 'dür.

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 / 18 = 55,5 \text{ mol}$$

$$n_{\text{BaCl}_2} = 1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{T}} = 1 + 55,5 = 56,5 \text{ mol}$$

$$P_{\text{çözelti}} = P_{\text{çözücü}} \cdot X_{\text{çözücü}} = 100 \cdot (55,5 / 56,5) = 98,2 \text{ mmHg}$$

Donma Noktası Alçalması (Kriyoskopi)



Saf sıvıların belirli basınçta bir donma noktalarının olduğunu biliyoruz. Örneğin; 1 atm basınçta saf su 0°C 'ta donarken etil alkol sıfırın altında 117°C 'ta donar. Saf sıvının içine çözünen bir madde eklendiğinde oluşan çözeltinin donma noktası, sıvının donma noktasından daha düşük olur. Donma noktasındaki alçalma çözeltideki çözünen maddenin miktarına bağlıdır. Çözünen maddenin derişimi arttıkça donma noktası daha da düşer. Kış aylarında araba radyatörlerinde ve cam suyu haznelerinde

bulunan suyun donma noktasını düşürecek antifriz katıldığını bilirsiniz. Karlı yollara da buzlanmayı önlemek amacıyla tuz atılır. Benzer şekilde kış aylarında uçağın kanat ve yüzeylerine basınçla propilen glikol ya da benzeri sıvılar püskürtülür. Bu sıvı, araba radyatörlerindeki antifriz sıvısının daha seyreltilmiş halidir ve kullanılan sıvının tipine göre uçakların kalkış anından itibaren buzlanma şartlarından çıkana kadar koruyabilecek bir süre vardır.

Donma sıcaklığı düşmesinden yararlanılarak mol kütlesi belirleme yöntemine **kriyoskopi** denir. Donma noktasındaki alçalma miktarı;

$$\Delta t_d = -K_d \cdot m \cdot i$$

Formülü ile hesaplanır. Bu formülde;

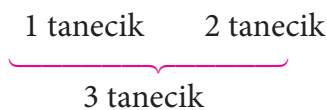
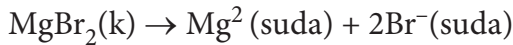
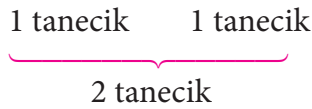
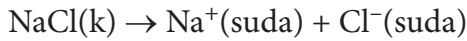
Δt_d = donma noktası alçalması

K_d = sabit (su için $1,86 \text{ }^\circ\text{C m}^{-1}$)

m = molalite

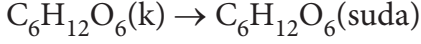
i = çözünen maddenin ortama verdiği tanecik (iyon ya da molekül) sayısını gösterir.

NaCl, MgBr_2 , MgBr_2 gibi iyonik bileşik suda çözüldüğünde iyonlarına ayrılırlar ve oluşan iyon sayısı tanecik sayısını verir.

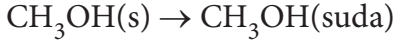


3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

$C_6H_{12}O_6$ (glikoz), CH_3OH (metil alkol) gibi bileşikler suda moleküller çözündüklerinden tanecik sayıları daima 1(bir) olarak alınır.



glikoz 1 tanecik



1 tanecik

Bazı çözücülerin molal donma noktası sabitleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çözücü	Donma noktası (°C)	K_d (°C/m ⁻)
Benzen	5,5	-5,12
Kloroform	-63,5	-4,68
Su	0	-1,86

Aşağıda verilen uygulamada bir çözeltide kriyoskopi hesaplaması yapılmıştır. İnceleyiniz.



7. UYGULAMA

1 atm basınç altında 18 gram glikozun 100 gram suda çözünmesiyle elde edilen çözeltinin donmaya başladığı sıcaklığı $-1,86$ °C'tur. Buna göre glikozun mol kütlesi kaçtır? (Su için $K_d = -1,86$ °C m⁻)

Çözüm:

Glikoz moleküler çözüldüğünden tanecik sayısı 1'dir ($i=1$).

$$\begin{aligned} \Delta t_d &= -K_d \cdot m \cdot i & \text{molalite} &= n_{\text{çözünen}} / m_{\text{çözücü}} \\ -1,86 &= -1,86 \cdot m \cdot 1 & 1 &= (18/M_A) / 0,1 \\ m &= 1 \text{ molal} & M_A &= 180 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Kaynama Noktası Yükselmesi (Ebülyoskopi)

Isıtılan bir sıvı, buhar basıncının dış basınca eşit olduğu anda kaynamaya başlar. Bu andaki sıcaklık sıvının kaynama sıcaklığıdır. Saf sıvının içine çözünen bir madde eklendiğinde çözelti saf sıvının kaynama noktasında kaynamaz. Şimdi aşağıda verilen etkinliği inceleyiniz.



8. UYGULAMA



Kaynama Noktaları Tayini Etkinliği

Deneyin Adı: Saf Maddelerin ve Çözeltilerin Kaynama Noktaları Tayini

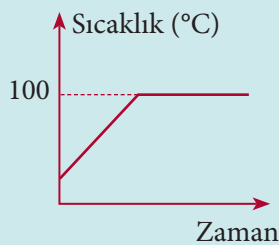
Deneyin Amacı: Saf maddelerin ve çözeltilerin kaynama süresince sıcaklıklarının sabit kalıp kalmadığını irdelemek

Kullanılan Araç ve Gereçler:

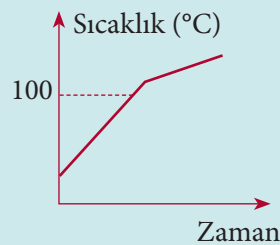
- Saf su
- Yemek tuzu
- 2 adet termometre
- 2 adet cam balon
- 2 adet çift delikli tıpa
- Metal bağlama parçaları
- 2 adet ispirto ocağı
- 2 adet sacayağı

Deneyin Aşamaları:

- İki adet cam balondan birisine yarısına kadar saf su, diğerine yarısına kadar tuzlu su doldurulmuştur.
- Metal bağlama parçaları ile düzenek kurulmuştur.
- Çift delikli lastik tıpların deliklerinden birine bir cam boru, diğerine termometre yerleştirilmiştir.
- İspirto ocağıyla cam balonlardaki sıvılar ısıtılmıştır.
- Sıvıların kaynama sıcaklıkları termometreden okunmuştur.
- Her iki kaptaki sıcaklıkların zamanla değişimleri kaydedilmiş ve sıcaklıkların zamana bağlı grafikleri çizilmiştir.



Saf Su



Tuzlu Su

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

Sonuç:

- Saf suyun kaynama süresince sıcaklığının değişmediği gözlemlenmiştir.
- Tuzlu suyun kaynama sıcaklığının saf suyunkinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Tuzlu su gibi çözeltilerde sıcaklık, çözeltinin basıncı dış basınçla eşitleninceye kadar artar ve daha sonra sabit kalır. Kaynama sıcaklığı yükselmesinden yararlanılarak mol kütlesi belirleme yöntemine **ebülyoskopi** denir. Kaynama sıcaklığındaki artma miktarı;

$$\Delta t_k = K_d \cdot m \cdot i$$

Δt_k = kaynama noktası yükselmesi

$K_k(K_b)$ = Ebülyoskopi sabiti (su için $0,52 \text{ }^\circ\text{C m}^{-1}$)

m = molalite

i = çözünen maddenin ortama verdiği tanecik sayısı

Çözeltilerin kaynama noktasındaki yükselme çözünenin cinsine bağlıdır. Bazı çözücülerin kaynama noktaları ve molal kaynama noktası yükselmesi sabitleri (K_k ya da K_b) aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çözücü	Kaynama noktası ($^\circ\text{C}$)	$K_k(K_b)(^\circ\text{C}/\text{m}^{-1})$
Benzen	80,1	3,07
Kloroform	61,2	3,63
Etil alkol	78	1,22
Su	100	0,51

Aşağıda kaynama noktası yükselmesi ile ilgili uygulamalar verilmiştir. İnceleyiniz.

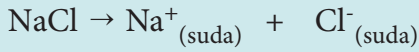


9. UYGULAMA

1. 500 gr suda 2 mol NaCl tuzu çözüldüğünde oluşan çözeltinin, saf suya göre kaynama noktası kaç $^\circ\text{C}$ 'a yükselir? (su için $K_k = 0.52 \text{ }^\circ\text{C m}^{-1}$)

Çözüm:

molalite = 1kg çözücüde çözülmüş olan maddenin mol sayısıdır. NaCl'ün molalitesi; $m = 2/0,5 = 4$ molal



2 mol 2mol 2 mol

Ortama 4 mol iyon verir

$$\Delta t_k = K_k \cdot m \cdot N$$

$$\Delta t_k = 0,52 \times 4 \times 4 = 8,32 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{Kaynama noktası } 8,32 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ yükselmiştir.}$$

2. 500 gram suda bir miktar glikoz çözünerek hazırlanan çözelti 1 atm'de 100,52 °C'ta kaynamaya başlıyor. Buna göre glikozun kütlesi kaç g'dır? (Glikozun mol kütlesi: 180 g/mol, su için K_k: 0,52 °C/m)

$$\Delta T_k = T_k - T_k^0 = 100,52 - 100 = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_k = K_k \cdot m \cdot N$$

$$0,52 = 0,52 \cdot m \cdot 1$$

$$m = 1 \text{ molal}$$

1 kg suda 1 mol glikoz çözünmüşse

1 mol glikoz 180 g / mol

0,5 kg suda X mol glikoz

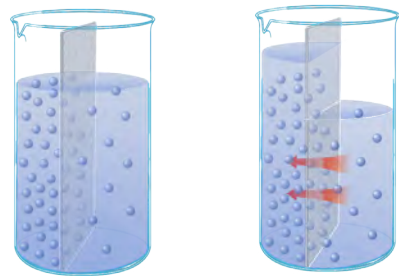
0,5 mol glikoz X g / mol

$$X = 0,5 \text{ mol glikoz}$$

$$X = 0,5 \cdot 180 = 90 \text{ g}$$

Osmotik Basınç

Uçucu olmayan maddelerin sıvılarda çözünmesiyle oluşan çözeltilerde, koligatif özelliklerden biri de osmotik basınçtır. Osmoz basıncı doğuran osmoz olayıdır. Örneğin şekerli su çözeltisini ele alınız (Görsel 3.4). Bu çözeltide saf su ve şekerli su arasına bir yarı geçirgen zar konulur. Bu zardan su molekülleri diğer kaba



Görsel 3.4 Şekerli suda osmotik basınç

geçiş yaparken şeker molekülleri zarın diğer tarafına geçiş yapamaz. Bu durumda şeker çözeltisi seyrelmiş olur. Osmoz, çözücü maddelerin az yoğun ortamdan çok yoğun ortama, seçici geçirgen bir zardan enerji harcanmadan geçişidir. Canlı sistemlerde çözücü madde su olduğu için, biyoloji biliminde **osmoz** terimi ile kastedilen, suyun az

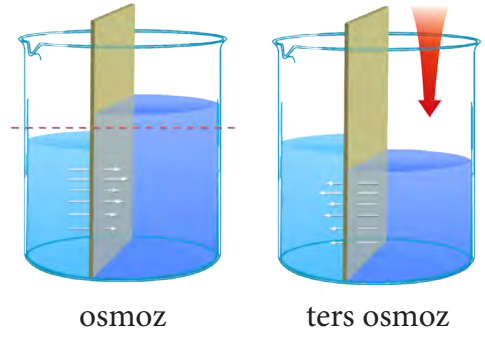
3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

yoğun ortamdan çok yoğun ortama seçici geçirgen bir zardan enerji harcanmadan geçiştir. Suyun geçmesiyle çözelti daha seyreltik hâle gelir ve su seviyesi yükselir. Sıvı yüksekliğinin oluşturduğu basınca **osmatik basınç** denir. Osmoz, canlıların hücrelerinin yaşamsal olaylarının devamında oldukça önem taşır. Bitkilerin topraktan suyu çekmeleri osmotik basınç sayesinde olur.

Ters Osmoz Yöntemiyle Su Arıtımı

Osmotik basınçta (Görsel 3.5 a) geçişi durdurmak için derişik çözelti tarafına daha büyük bir basınç uygulanarak çözücünün akış yönü değiştirilir. Bu sayede seyreltik çözücülerden derişik çözücülerine geçiş durur. Çözücülerden çözücülerine su akışının sağlandığı bu olaya **ters osmoz** denir (Görsel 3.5 b).

Gemilerde deniz suyundan içme suyu elde etmek amacıyla ya da atık suların yeniden kullanılmasını sağlamak amacıyla kullanılan ters osmoz teknolojisi bilinen en hassas arıtma yöntemidir. 1970’li yıllardan itibaren kullanılan bu yöntem günümüze gelindikçe daha düşük maliyetlere inmiş ve evlerde dahi kullanılmaya geçilmiştir (Görsel 3.6 (a - b)).



Görsel 3.5 a) Osmotik basınç

b) Ters osmoz



(a)

Görsel 3.6 a) Ters osmoz ile çalışan ev tipi su arıtma cihazı



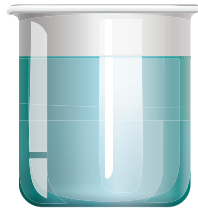
(b)

b) Ters osmoz ile çalışan su arıtma tesisi

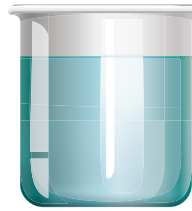
3.4. ÇÖZÜNÜRLÜK



Çözücü ile çözünenin oluşturduğu homojen karışıma çözeltili dendiğini biliyorsunuz. Şekerli ve tuzlu su, maden suyu, gazlı içecekler, deniz suyu çözeltiliye örnektir. Şeker, tuz gibi maddeler suda çözünürler. Çözeltiler çözünen maddenin miktarına göre derişik ve seyreltik olmak üzere ikiye ayrılır. Görsel 3.7'de verilen iki çözeltilide aynı miktar çözücüde birinci çözeltilide daha az tuz çözüldüğünden, birinci çözeltili ikincisine göre seyreltiklidir. Belli bir miktar çözücüde çok miktarda çözünen madde içeren çözeltilere **derişik çözeltili**, az miktarda çözünen madde içeren çözeltilere ise **seyreltik çözeltili** denir (Görsel 3.7).



100 mL su 10 g tuz



100 mL su 30 g tuz

Görsel 3.7 Seyreltik çözeltili (I), derişik çözeltili (II)

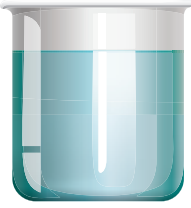
Bazı çözeltiler çözebileceği en fazla miktarda çözünen madde içerirken bazı çözeltiler çözebileceğinden daha az çözünen madde içerebilir. Örneğin; bir bardak çayın içinde bir küp şekeri çözebiliriz (Görsel 3.8). Acaba aynı miktar çayın içine sekiz adet küp şekeri eklediğinizde çözünebilir mi? Çözünenmeden kalan şeker dibe çöker mi?



Görsel 3.8 Çay ve küp şeker

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

Aşağıda verilen üç çözeltiyi inceleyiniz.



100 mL su 10 g şeker

-I-

25 °C



100 mL su 210 g şeker

-II-

25 °C



100 mL su 210 g şeker

-III-

10 °C

I. çözeltide 25°C sıcaklıkta 100 mL suda 10 g şeker çözünürken II. çözeltide 210 g çözünmektedir. Fakat sıcaklık düşürüldüğünde şekerin bir kısmı dibe çökmektedir. 25°C'ta 100 mL suda 210 g şeker en fazla çözünen şeker miktarıdır. 210 g şekerden fazlası bu sıcaklıkta ve 100 ml suda çözünmemektedir.

O hâlde sabit sıcaklıkta belli bir miktar çözücünün en fazla çözebileceği madde vardır. Sabit basınç ve sıcaklıkta belli bir miktar çözücünün çözebileceği en fazla madde mik-tarının çözüldüğü çözeltilere **doymuş** çözelti denir. Çözücünün çözebileceğinden daha az çözülmüş madde içeren çözeltiler **doymamış** çözelti, çözücünün çözebileceğinden fazla çözülmüş madde içeren çözeltiler de **aşırı doymuş** çözeltilerdir. Görselde, I. çözelti doymamış çözelti, II. çözelti doymuş çözelti, III. çözelti ise aşırı doymuş çözeltidir.

Belli bir sıcaklık basınçta 100 gram suda çözünen en fazla madde miktarına o maddenin çözünürlüğü denir. Verilen çözeltilerden II. çözeltide şekerin çözünürlüğü 25 °C 'ta 100 g suda şekerin çözünürlüğü 210g / 100 g su olarak ifade edilir.

Çözünürlük, doymuş çözeltinin derişimidir.



10. UYGULAMA

1. 15 °C'ta bir A maddesinin çözünürlüğü 15 g / 100 g sudur. Buna göre aynı sıcaklıkta 300 g suda kaç g A maddesi çözünür?

Çözüm:

$$\begin{array}{l}
 15 \text{ °C'ta} \\
 \phantom{15 \text{ °C'ta}} \quad 3 \text{ kat} \quad \swarrow \quad \searrow \quad 3 \text{ kat} \\
 100 \text{ g suda } 15 \text{ g A maddesi çözünüyorsa} \\
 15 \text{ °C'ta} \quad \swarrow \quad \searrow \quad 3 \text{ kat} \\
 300 \text{ g suda X g A maddesi çözünür}
 \end{array}$$

$$X = 15.300 / 100 = 15.3 = 45 \text{ g çözünür.}$$

15 °C'ta A maddesinin çözünürlüğü; 45 g / 300 g su olur.

2. 30 C°'ta A maddesinin çözünürlüğü 25 g / 100 g sudur. 250 g doymuş A çözeltilisinde kaç g A maddesi çözünmüştür?

Çözüm: Bu tür soruların çözümünde altı çizili kısma dikkat edilir. Çözeltideki çözünen madde istendiğine göre orantı kurulurken çözelti baz alınır.

Çözünürlük ifadesinden çözeltinin kütlesi bulunur.

$$25 \text{ g çözünen (A maddesi) } + 100 \text{ g çözücü(su) } = 125 \text{ g çözelti}$$

$$\begin{array}{l}
 2 \text{ kat} \quad \swarrow \quad \searrow \quad 2 \text{ kat} \\
 125 \text{ g çözeltide} \quad 25 \text{ g A maddesi çözünüyorsa} \\
 250 \text{ g çözeltide} \quad X \text{ g A maddesi çözünür.}
 \end{array}$$

$$X = 25.250 / 125 = 50 \text{ g A maddesi çözünür.}$$

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

3.5. ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Çözünen bir maddenin çözücü içindeki çözünürlüğü birçok faktöre bağlıdır. Bunlar; çözücü ya da çözünen maddenin türü, ortak iyon etkisi, sıcaklık ve basınçtır. Çözünürlüğü tanımlarken belli sıcaklık ve basınçta belli bir miktar çözücüde en fazla çözünen madde miktarı denilmiştir. O halde şimdi sıcaklık ve basınç koşullarının değişmesinin çözünürlüğü ne şekilde etkilediğini irdeleyiniz.

1. SICAKLIK

Sıcaklık çözünme hızını arttırdığı gibi genellikle çözünen madde miktarını da artırır.

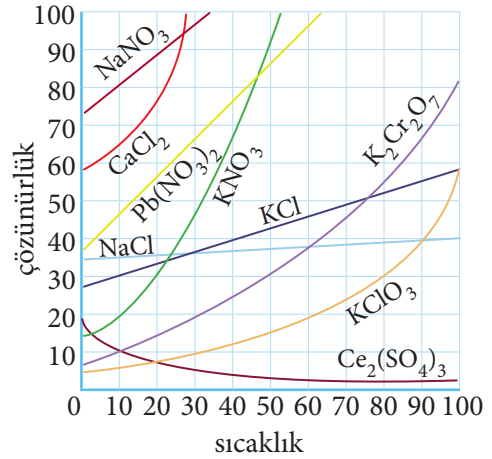
Belli bir sıcaklıkta hazırlanan bir çözeltide çözünmüş maddelerin bir kısmı sıcaklık düşürüldüğünde çözeltiden ayrılır. Örneğin; reçelin pişmesi sırasında çözünen şekerin bir kısmı şeker soğuduğunda reçelden ayrılabilir. Benzer durum balda da görülür. (Görsel 3.9) Siz de günlük hayatta reçelin şekerlenmesi olayına şahit olmuşsunuzdur. Sıcaklık, genellikle katıların çözünürlüğünü artırır.

Sıcaklıkla çözünürlüğü azalan katılar da vardır. Bu durumda katının ısı alarak mı ya da ısı vererek mi çözüldüğüne bakmak gerekir.

Sulu bir çözeltide çözünen madde sudan ısı alarak çözünüyorsa çözeltilerin sıcaklığı azalır. Sıcaklık arttıkça çözünürlüğü artar. Genellikle katılar suda, ısı alarak çözünür. Yanda katıların çözünürlük-sıcaklık grafiğinde çözünürlük eğrileri verilmiştir. Genellikle katıların çözünürlüğünün sıcaklıkla arttığı grafikte çözünürlük eğrilerinin yukarıya doğru artış yönlerinden görülmektedir. Sıcaklıkla çözünürlüğü azalan katılar da vardır. Grafikte $Ce_2(SO_4)_3$ katısının çözünürlük eğrisine bakıldığında sıcaklık arttıkça çözünürlüğünün azaldığı görülmektedir.



Görsel 3.9 Balın şekerlenmesi



Çözeltilerin sıcaklıklarının azalması ve artması durumlarında çözelti doygunluğu değişir. Bu durumda çözeltiyi doymuş hâle getirmek için çözünen madde ilavesi ya da çözücü buharlaştırması yapılabilir (deriştirme). Eğer bunlar yapılmaz ise çözeltilerden çözünen madde ayrılabilir yani dibe çöker (kristallendirme). Deriştirmeve kristallendirme ile ilgili aşağıda verilen uygulamaları inceleyiniz.

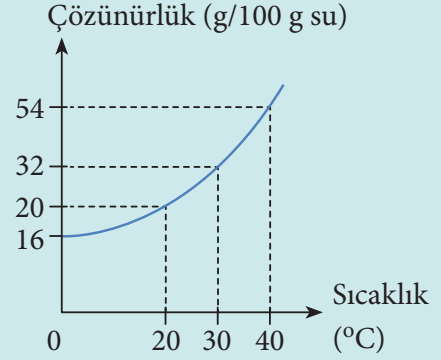


11. UYGULAMA

1. Yanda bir X tuzunun çözünürlük-sıcaklık grafiği verilmiştir. Bu grafiğe göre aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

a) 20 °C'ta 300 g suda hazırlanan çözeltinin sıcaklığını 30 °C'a çıkardığımızda çözeltiyi doymuş hâle getirmek için kaç gram X katısı daha çözünmelidir?

b) 40 °C'ta 200 g su ile hazırlanmış çözeltiyi 20 °C'ta kadar soğuttuğumuzda kaç gram X tuzu kristalleşerek dibe çöker?



Çözüm:

a) Grafikte 20 °C'ta

100 g suda	20 g X tuzu çözünür
300 g suda	X g tuz çözünür

$$X = 300 \cdot 20 / 100 = 60 \text{ g}$$

Grafikte 30 °C'ta

100 g suda	32g tuz çözünür
300 g suda	X g tuz çözünür

$$X = 300 \cdot 32 / 100 = 96 \text{ g}$$

Aradaki fark kadar tuz ilave edilirse çözelti doymuş hâle gelir.

$$96 - 60 = 36 \text{ g daha X çözünmelidir.}$$

b) Grafikte 40 °C'ta

100 g suda	54 g X tuzu çözünür
200 g suda	X g tuz çözünür

$$X = 200 \cdot 54 / 100 = 108 \text{ g}$$

Grafikte 20 °C'ta

100 g suda	20 g X tuzu çözünür
200 g suda	X g tuz çözünür

$$X = 200 \cdot 20 / 100 = 40 \text{ g}$$

$$108 - 40 = 68 \text{ g tuz kristallenerek dibe çöker.}$$

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

2. NaCl ile hazırlanan bir çözeltinin 40 °C'ta çözünürlüğü 35 g / 100 g su, 80 °C'ta çözünürlüğü ise 40 g/100 g sudur. Buna göre 40 °C'ta 150 g su ile hazırlanan NaCl çözeltisinin sıcaklığını 80 °C'a çıkarttığımızda çözeltiyi doymun hâle getirmek için kaç gram daha NaCl ilave edilmelidir?

Çözüm:

40 °C'ta	100 g suda	35 g NaCl
	150 g suda	X g NaCl
<hr/>		
$X = 150 \cdot 35 / 100 = 52,5 \text{ g NaCl}$		
80 °C'ta	100 g suda	40 g NaCl
	150 g suda	X g NaCl
<hr/>		
$X = 150 \cdot 40 / 100 = 60 \text{ g}$		

Çözeltinin sıcaklığını 40 °C'tan 80 °C'a çıkardığımızda çözeltiyi doymun hâle getirmek için $60 - 52,5 = 7,5 \text{ g NaCl}$ ilave edilmelidir.

3. 20 °C'ta 40 g CaCl_2 tuzu ve 300 g su ile hazırlanan çözeltiyi doymun hâle getirmek için aynı sıcaklıkta kaç gram su buharlaştırılmalıdır? (CaCl_2 tuzunun 20 °C'taki çözünürlüğü 80 g/ 100 g sudur.)

Çözüm:

	100 g suda	80 g tuz	
1/2 kat	↓		1/2 kat
	X g suda	40 g tuz	
<hr/>			
$X = 100 \cdot 40 / 80 = 50 \text{ g su olmalı}$			

$$300 - 50 = 250 \text{ g su buharlaştırılmalı}$$

4. 50 °C'ta hazırlanan 380 g doymuş KNO_3 çözeltisinin sıcaklığı 20 °C'a düşürüldüğünde kaç gram KNO_3 kristallenir? (KNO_3 'ün 20 °C'ta çözünürlüğü 30 g/100 g su, 50 °C'ta çözünürlüğü 90 g /100 g su)

Çözüm: 50 °C'ta 100 g suda (çözücü) 90 g tuz(çözünen)

$$m \text{ çözelti} = m \text{ çözücü} + m \text{ çözünen} = 100 + 90 = 190 \text{ g çözelti olur.}$$

	190 g çözeltide	90 g su KNO_3 varsa	
2 kat	↓		2 kat
	380 g çözeltide	X g KNO_3	
<hr/>			
$X = 380 \cdot 100 / 190 = 180 \text{ g } \text{KNO}_3 \text{ vardır.}$			

$$\text{Çözeltide; } 380 - 180 = 200 \text{ g' da su bulunur.}$$

20 °C'ta	100 g suda	30 g KNO ₃
	200 g suda	X g KNO ₃

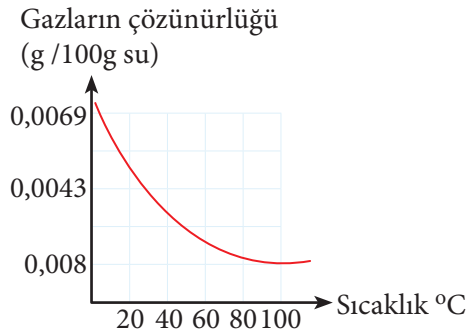
$$X = 200 \cdot 30 / 100 = 60 \text{ g KNO}_3$$

Sıcaklık 50 °C'tan 20 °C'a düştüğünde 180 - 60 = 120 g KNO₃ çözültiden ayrılır ve kristallenir.

Katıların çözünürlüğüne sıcaklık etkisinden bahsedildi acaba gaz maddelerin çözünürlüğüne sıcaklığın etkisi ne olabilir? Şişede bulunan bir suyun bekletildiğinde içinde kabarcıklar oluştuğunu gözlemlemiştirsinizdir (Görsel 3.10). Suyun içinde çözülmüş gaz maddeler bulunur. Sıcaklık arttığında gaz maddeler sudan ayrılarak çözünürlüğü azalır.



Görsel 3.10 Şişede bulunan su



Bazı gazların 1 atm basınçta çözünürlükleri (g)/100g su

Sıcaklık	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
CO(g)	0,33	0,23	0,17	0,13	0,097	0,076
O ₂ (g)	0,0070	0,0054	0,044	0,037	0,033	0,030
SO(g)	22,8	16,2	11,3	7,8	5,4	4,5

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük



BİLGİ KUTUSU

Gazoz içerisinde CO₂ gazı çözünmüş hâlde bulunur. Sıcaklık gazların çözünürlüğünü azalttığından soğuk gazozda sıcak gazozla göre daha fazla CO₂ gazı bulunur. Bu sebeple gazlı içecekler soğuk içilir.



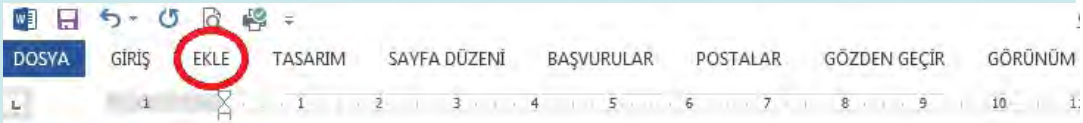
12. UYGULAMA

Uygulamanın Adı: Çözünürlük- Sıcaklık İlişkisi

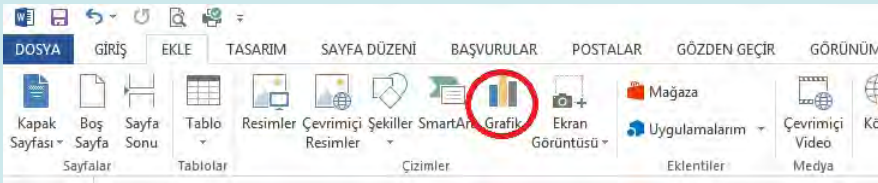
Uygulamanın Amacı: Çözünürlüğün sıcaklıkla ilişkisinin elektronik tablolar programı kullanarak kurgulanması ve değişikliklerin gözlemlenerek yorumlanması.

Uygulamanın Aşamaları:

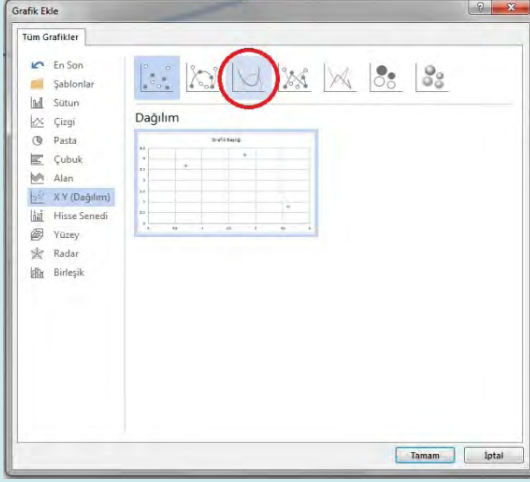
Word'de "ekle" butonuna tıklanır.



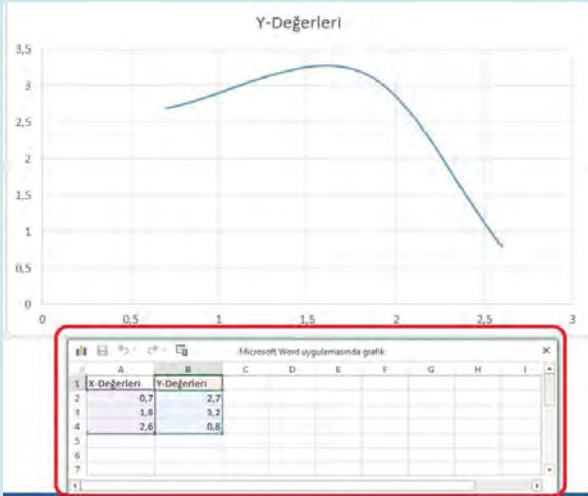
"Ekle" butonu içindeki "Grafik" ikonuna tıklanır.



Grafik seçeneklerinden alttaki görselde işaretlenmiş grafik türü seçilir.



Belirtilen grafik türü seçildiğinde altta görülen elektronik tablolama program penceresi açılır.



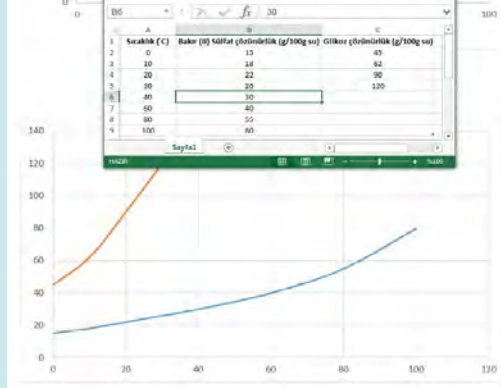
Elektronik tabloda görülen X-değerleri sütununa aşağıdaki çizelgede verilen sıcaklık değerleri girilir. Y-değerleri sütununa çizelgedeki CuSO_4 'ın çözünürlük değerleri girilir.

Sıcaklık (°C)	0	20	40	60	80	100
CuSO_4 için çözünürlük (g/ 100 g su)	15	22	30	40	55	80

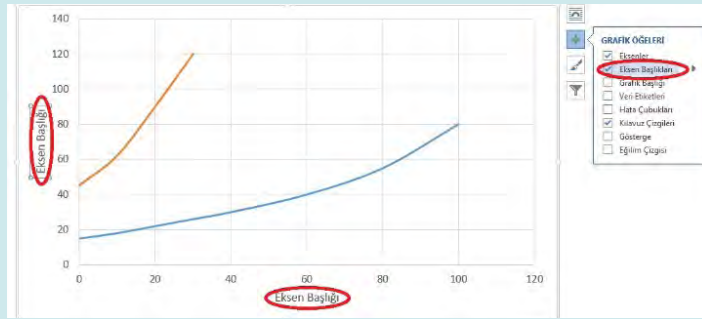
3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

Y sütununun yanındaki sütuna da çizelgedeki glikoz çözünürlük değerleri girilir. Değerler girildiğinde alt görselde verilen grafik oluşacaktır.

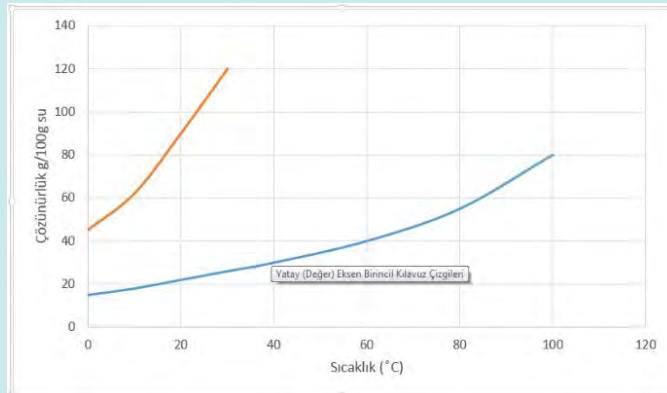
Sıcaklık (°C)	0	10	20	30
Glikoz için çözünürlük (g/ 100 g su)	45	62	90	120



Grafığın yanındaki “+” butonuna tıkladığınızda açılan “grafik öğeleri” içindeki “eksen başlıkları” bölümünü aktifleştirerek eksen başlıklarına isim verilir. Düşey eksen başlığına “çözünürlük (g/ 100 g su)”, yatay eksen başlığına “sıcaklık (°C)” yazılır.



Grafik görseldeki gibi son şeklini alır.



Uygulamanın Sonucu:

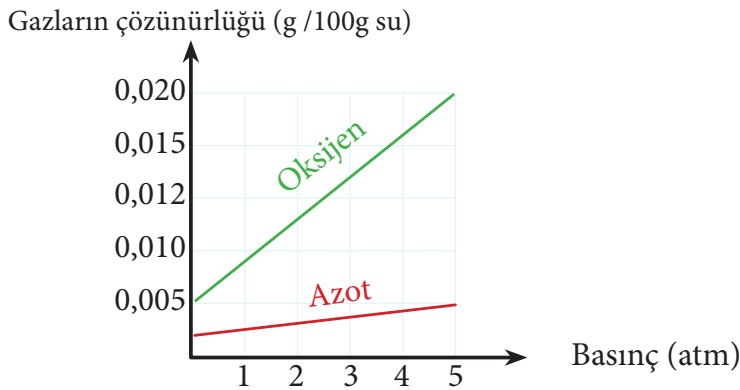
CuSO_4 ve glikoz katılarının çözünürlüğü sıcaklık arttıkça artmıştır. Farklı maddelerin çözünürlük eğrileri de farklı olmaktadır. Grafikte glikoz (turuncu eğri) ve CuSO_4 (mavi eğri) çözünürlük eğrilerinin farklı olduğu görülmektedir.

BASINÇ

Katı ve sıvı maddelerin sıkıştırılabilme özelliği gazlara göre yok denecek kadar azdır. Bu sebeple katı ve sıvıların çözünürlüğüne basınç etkisi de yok denecek kadar azdır. Ancak gazların çözünürlüğüne basınç etki eder. Gazların çözünürlüğü ve basınç arasındaki ilişki İngiliz kimyacı William Henry tarafından ortaya konulmuştur. Henry Yasası olarak bilinen bu yasaya göre “bir çözücünde çözünen gazın çözünürlüğü çözeltinin üzerindeki basınçla doğru orantılıdır. Yani basınç arttıkça gazın çözünürlüğü artar.



Görsel 3.11 William Henry

**13. UYGULAMA**

Aşağıdaki çizelgede NaCl katısına ait çözünürlük - sıcaklık değerleri verilmiştir. Elektronik tablolar programını kullanarak sıcaklık - çözünürlük grafiğini çiziniz.

Sıcaklık (°C)	0	20	40	60	80	100
NaCl için çözünürlük (g/ 100 g su)	15	22	30	40	55	80

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

14. UYGULAMA

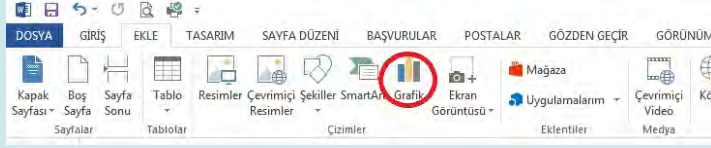
Uygulamanın Adı: Çözünürlük –Basınç İlişkisi

Uygulamanın Amacı: Çözünürlüğün basınçla ilişkisinin elektronik tablolar programı kullanarak kurgulanması ve değişikliklerin gözlemlenerek yorumlanması.

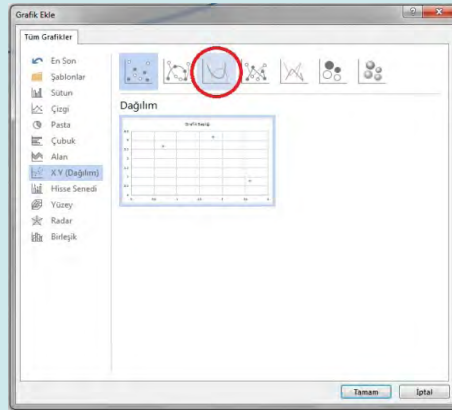
Uygulamanın Aşamaları:



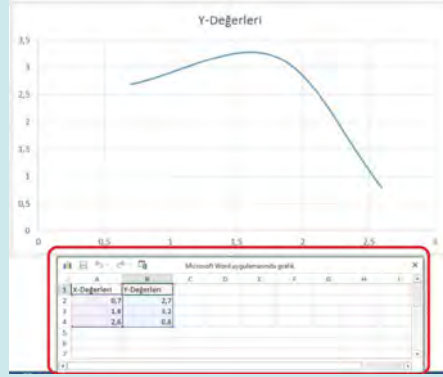
“Ekle” butonu içindeki “Grafik” ikonuna tıklanır.



Grafik seçeneklerinden alttaki görselde işaretlenmiş grafik türü seçilir.



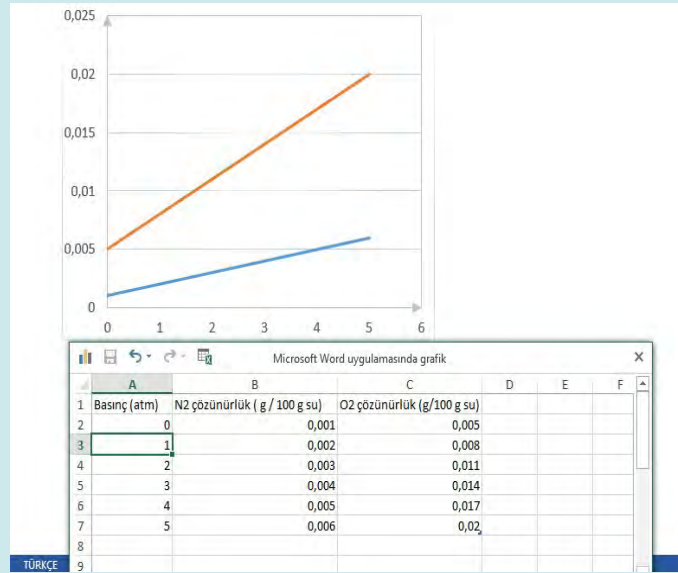
Belirtilen grafik türü seçildiğinde altta görülen elektronik tabloları program penceresi açılır.



Elektronik tabloda görülen X-değerleri sütununa aşağıdaki çizelgede verilen basınç değerleri girilir. Y-değerleri sütununa çizelgedeki N_2 'un çözünürlük değerleri girilir. Y sütununun yanındaki sütuna da çizelgedeki O_2 'in çözünürlük değerleri girilir. Değerler girildiğinde alt görselde verilen grafik oluşacaktır.

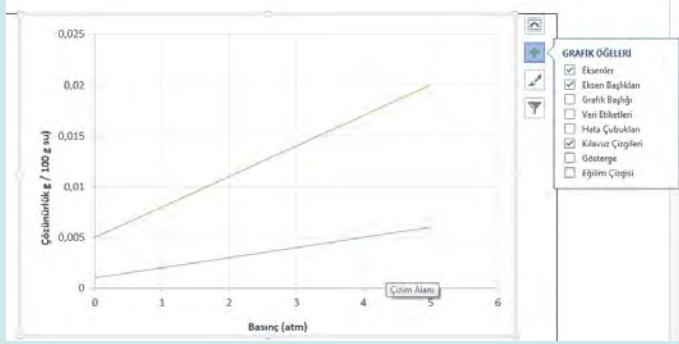
Basınç (atm)	0	1	2	3	4	5
N_2 için çözünürlük (g/ 100 g su)	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006

Basınç (atm)	0	1	2	3	4
O_2 için çözünürlük (g/ 100 g su)	0,005	0,008	0,011	0,014	0,020

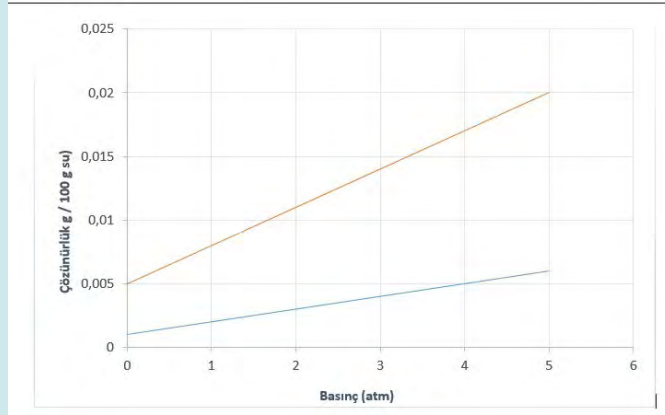


3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

Grafiğin yanındaki “+” butonuna tıkladığınızda açılan “grafik öğeleri” içindeki “eksen başlıkları” bölümünü aktifleştirerek eksen başlıklarına isim verilir. Düşey eksen başlığına “çözünürlük (g/ 100 g su) ”, yatay eksen başlığına “basınç (atm)” yazılır.



Grafik görseldeki gibi son şeklini alır.



Uygulamanın Sonucu:

N_2 ve O_2 gazlarının çözünürlüğü basınç arttıkça artmıştır.

Farklı maddelerin çözünürlük eğrileri de farklı olmaktadır. Grafikte N_2 (mavi eğri) ve O_2 (turuncu eğri) çözünürlük eğrilerinin farklı olduğu görülmektedir.

ÖZET

İyonik ve Kovalent Çözünme

Bir çözeltili katı, sıvı ya da gaz olabilir. Maddelerin sıvılarda çözünmesi kimyasal türler arası etkileşimlerle açıklanmaktadır. Sıvılarda ve katılarda moleküller moleküller arası kuvvetlerle bir arada dururlar. Maddelerin birbiri içinde çözünüp çözünmemeye durumu tanecikler arasındaki etkileşim ile ilişkilidir. Bu etkileşimler dipol-dipol etkileşimi, iyon-dipol etkileşimi, iyon-indüklenmiş dipol etkileşimi, London kuvvetleri ve hidrojen bağıdır.

Apolar kovalent bağlı moleküller arasındaki çekim kuvvetleri sadece **London kuvvetleridir** (indüklenmiş dipol- indüklenmiş dipol etk.). Örnek; CH_4 , C_6H_6 , I_2 ... vb. Polar kovalent bağlı moleküllerde **dipol - dipol etkileşimleri** ya da bu etkileşimle birlikte bazı maddelerde **hidrojen bağı** oluşur. Örnek; HCl , CHCl_3 , H_2S ...vb. (Dipol- dipol etkileşimi) H_2O , HF , CH_3COOH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$...vb. (Hidrojen bağı). Genellikle polar maddeler polar çözücülerde, apolar maddeler apolar çözücülerde çözünür (benzer benzeri çözer).

Koligatif Özellik

Koligatif Özellik	Açıklama	Formül
Buhar Basıncı Alçalması	Uçucu olmayan bir madde çözünen çözeltilerde buhar basıncı, çözünen maddenin derişimine bağılı olarak değışir.	Çözeltinin buhar basıncı; $P_{\text{çözücü}} = X_{\text{çözücü}} \cdot P_{\text{çözücü}}^{\circ}$
Donma Noktası Alçalması (Kriyoskopi)	Çözeltilerin donma noktası saf çözücünün donma noktasına göre düşük olur. Saf sıvıda ne kadar fazla miktarda madde çözülmüşse alçalma o kadar fazla olur.	Donma noktasındaki alçalma; $\Delta t_d = -K_d \cdot m \cdot i$
Kaynama Noktası Yükselmesi (Ebülyoskopi)	Çözeltilerin kaynama noktası saf çözücünün kaynama noktasına göre yüksek olur. Saf sıvıda ne kadar fazla miktarda madde çözülmüşse yükselme o kadar fazla olur.	Kaynama noktasındaki yükselme; $\Delta t_k = K_k \cdot m \cdot i$
Osmotik Basıncı	Çözücü taneciklerinin yarı geçirgen bir zarla seyreltik çözeltiden derişik çözeltiye geçişine osmoz denir. Osmoz olayında derişik çözeltinin seyreltik çözeltiye uyguladığı kuvvete ise osmotik basınç denir.	

3. Ünite: Sıvı Çözeltiler ve Çözünürlük

Çözeltide çözünen taneciklerin derişimine bağlı olarak değişen özelliklere **koligatif özellik** denir.

Osmotik basınçta geçişi durdurmak için derişik çözelti tarafına daha büyük bir basınç uygulanır. Bu sayede seyreltik çözeltilerden derişik çözeltilere geçiş durur. Bu olaya **ters osmoz** denir. Bu yöntemle deniz suyundaki tuz uzaklaştırılarak içme suyu elde edilir.

Derişik çözelti: Belli bir miktar çözücüde başka bir çözücüye göre göreceli olarak çok miktarda çözünen madde içeren çözeltilere denir.

Seyreltik çözelti: Az miktarda çözünen madde içeren çözeltilere denir.

Doymuş çözelti: Belli bir sıcaklıkta çözücünün çözebileceği en fazla miktarda madde çözünmüş olan çözeltilere denir.

Doymamış çözelti: Belli bir sıcaklıkta çözücünün çözebileceğinden daha az miktarda madde çözünmüş olan çözeltilere denir.

Aşırı doymuş çözelti: Belli bir sıcaklıkta çözücünün çözebileceğinden fazla miktarda madde çözünmüş olan çözeltilere denir.

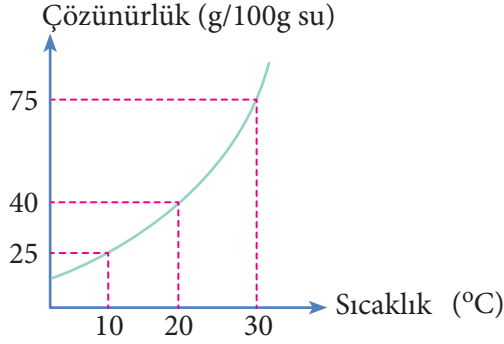
Çözünürlük: Belli bir sıcaklık ve basınçta 100 gram suda çözünen en fazla madde miktarına o maddenin çözünürlüğü denir.

Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler: Maddenin türü, sıcaklık ve basınçtır. Polar maddeler polar çözücülerde apolar maddeler apolar çözücülerde çözünür. Su, polar bir çözücüdür ve her madde suda çözünmez. Gazların sıvılardaki çözünürlüğü sıcaklıkla ters orantılıdır.

3. ÜNİTE

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

1'den 4'e kadar olan soruları aşağıdaki grafiğe göre cevaplandırınız.



Yukarıda verilen çözünürlük-sıcaklık grafiği X tuzuna aittir.

Buna göre;

1. 20 °C'ta 500 g suda kaç gram X tuzu çözünür?

A) 100 B) 200 C) 300 D) 400

2. 10 °C'ta 150 g suda 50 g X tuzu hazırlanan çözelti doygunluğu ile ne söylenebilir?

A) Doymuş bir çözeltidir. B) Aşırı doymuş bir çözeltidir.
 C) Doymamış bir çözeltidir. D) Seyreltik bir çözeltidir.

3. 30 °C'ta 300 g su ile hazırlanan doymuş bir çözelti 10 °C'a soğutulduğunda kaç g X tuzu kristallenir?

A) 50 B) 100 C) 150 D) 200

4. 20 °C'ta 420 g çözeltide kaç g su bulunur?

A) 100 B) 200 C) 300 D) 400

3. Ünite: Ölçme ve Değerlendirme Soruları

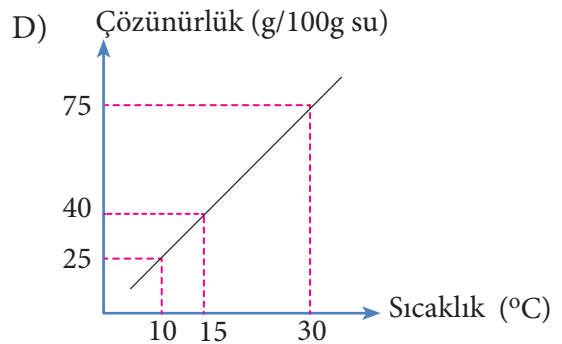
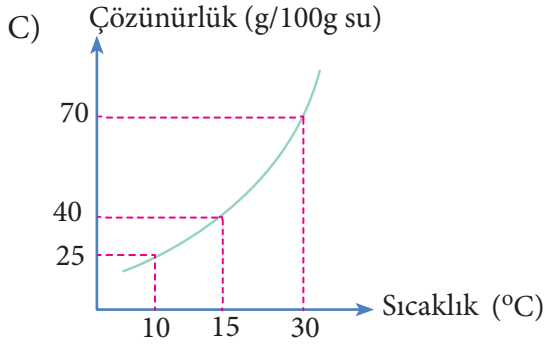
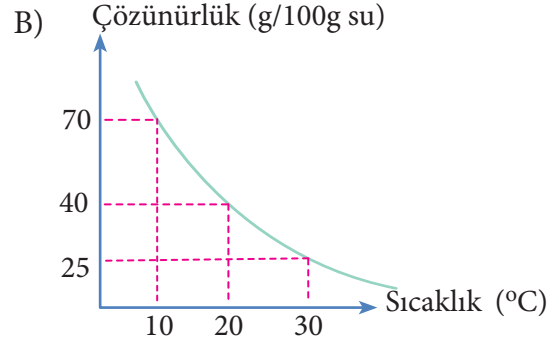
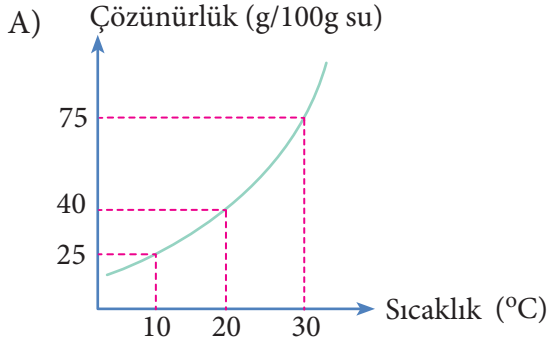
5. CO₂ gazının saf sudaki çözünürlüğü aşağıdaki koşullardan hangisinde en yüksektir?

	Sıcaklık (°C)	Basınç (atm)
A)	10	1
B)	10	2
C)	30	1
D)	20	2

6. Molal derişimi 0,4 olan çözelti hazırlamak için 500 g suda kaç gram NaCl çözünmelidir? (Na:23 g/mol, Cl: 35,5 g/ mol)

- A) 10,5 B) 11,7 C) 17,5 D) 23,4

7. Aşağıdaki grafik eğrilerinden hangisi suda ekzotermik çözünen bir katıya ait olabilir?



8. A maddesi suda iyi çözünmektedir. Buna göre Amaddesinin suda çözünmesinde aşağıda verilen kuvvetlerden hangisi etkili olamaz?

- A) İyonik bağ
- B) İyon-dipol etkileşimi
- C) Hidrojen bağı
- D) Dipol-dipol etkileşimi

9. Çözünmede benzer madde benzer maddeyi çözer. Buna göre aşağıda verilen madde çiftlerinden hangisinin birbiri içinde çözünmesi beklenir?

- A) Benzen – su
- B) Karbontetraklorür – su
- C) Su – zeytinyağı
- D) Zeytinyağı - benzin

10. Verilen maddelerden hangilerinin tanecikleri arasında sadece London kuvvetleri vardır?

- A) $H_2O - HCl$
- B) $CCl_4 - H_2O_2$
- C) $H_2O - KCl$
- D) $C_6H_6 - I_2$

3. Ünite: Ölçme ve Değerlendirme Soruları

11. Metil alkol (CH_3OH) ve sudan (H_2O) oluşan bir karışımda 9,6 g metil alkol bulunmaktadır. **Suyun mol kesri 0,4 olduğuna göre, karışımdaki su kaç gramdır?** (H: 1 g/mol, C:12 g/mol, O:16 g/mol)

- A) 1,8 B) 3,6 C) 5,4 D) 9

12. 27 g suda 23 g $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ çözünerek bir çözelti hazırlanıyor.

Buna göre hazırlanan çözeltide etil alkolün mol kesri kaçtır? (H: 1 g/mol, C:12 g/mol, O:16 g/mol)

- A) 0,15 B) 0,25 C) 0,35 D) 0,45

13. I. C_6H_6

II. H_2O

III CCl_4

IV. C_6H_{12}

Yukarıda bazı çözücüler verilmiştir. **Buna göre hangilerinde I_2 katısı çözünür?**

- A) I- II- III B) I- III- V C) II- III- V D) I- III- IV

14. Koligatif özelliklerle ilgili;

I. Çözünenin türüne bağlıdır.

II. Çözünenin derişimine bağlıdır.

III.Çözünenin iyonik ya da moleküler olması etkilemez.

Verilen yargılardan hangileri doğrudur?

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

CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	A	D	A	C	D	B	A	C	A	B
	11	12								
	A	C								

DOĞRU SAYISI

YANLIŞ SAYISI

2. ÜNİTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	A	A	B	D	B	C	A	D	B	A
	11	12								
	D	D								

DOĞRU SAYISI

YANLIŞ SAYISI

3. ÜNİTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	B	B	C	C	B	B	B	A	D	D
	11	12	13	14						
	B	B	D	A						

DOĞRU SAYISI

YANLIŞ SAYISI

SÖZLÜK

A

Aktinitler: Atom numaralan 89 - 103 arasında olan aktinyum, toryum, uranyum gibi doğal ya da amerikyum, berkelyum, plütonyum gibi yapay elementler serisi.

Aufbau kuralı: Elektronların atom çekirdeği çevresinde enerji düzeylerine ve orbitallere dolma sırasını belirleyen kuraldır.

B

Buhar basıncı: Belli sıcaklıkta katı veya sıvısıyla dengede bulunan buharın yaptığı basınç.

C-Ç

Çökeltme: Bir çözeltideki çözünenin doygunluk sınırını aştığı zaman çökeltilerin oluşumu.

Çökelti: Çökeltme sonucu oluşan faz ya da bileşik.

Çözünme: Bir maddenin başka bir maddenin içine homojen olarak dağılması.

D

Değerlik elektronları: Bir atomun kimyasal özelliklerini belirleyen, kimyasal bağ oluşumuna katılan, en dış katmanındaki elektronlar.

Difüzyon: Moleküllerin veya iyonların hareket enerjileriyle çok yoğun ortamdandan az yoğun ortama hareket etmesi.

Dipol: İki kutuplu.

Doygun buhar basıncı: Buharlaşan su miktarı ile yoğuşan buhar miktarının dengede olduğu sıradaki buhar basıncı.

E

Efüzyon: Kapalı bir kaptan bulunan gaz moleküllerinin küçük bir delikten boşluğa yayılması.

G

Geçiş elementleri: Periyodik sistemin B grubunda yer alan ve hepsi metal olan elementlerin özel adı.

H

Homojen: Bileşimi ve özellikleri her yerinde aynı olan.

Hund Kuralı: Eş enerjili orbitallere elektronlar önce birer birer yerleştirilir sonra her bir orbitaldeki elektron sayısı ikiye tamamlanır.

I-İ-J

İyon: Bir atomun veya molekülün elektron alması veya elektron vermesiyle meydana gelen negatif veya pozitif yüklü yapı.

İzoelektronik: Elektron sayıları aynı olan kimyasal türlerdir.

K

Kasyon: Nötr atom ya da atom grubunun elektron vermesiyle oluşan pozitif elektrik yüklü kimyasal tür.

Kısmi basınç: Gaz karışımını oluşturan her bir bileşenin toplam basınç içerisindeki basınç değeri.

Kritik basınç: Kritik sıcaklıkta maddenin sıvı faza geçmesi için gerekli en yüksek basınç.

Kritik sıcaklık: Bir gazın basınç uygulanarak sıvılaştırılabileceği en yüksek sıcaklık.

Kuantum: Enerji paketçığı.

Kuantum sayısı: Bir atomdaki elektronların dağılımını açıklayan sayılar.

Kuantum teorisi: Enerjinin paketler halinde taşındığını savunan teori.

L

Lantanitler: 4f orbitalleri boş olan geçiş elementleri.

M

Molalite: Bir kilogram çözücü madde içinde çözünen maddenin mol cinsinden miktarı.

Molarite: Bir litre çözeltide çözünen maddenin mol sayısını ifade eden derişim birimi.

N

Normal koşul: Sıcaklığın 0 °C, basıncın 1 atmosfer olduğu koşul.

O-Ö

Oda koşulu: Sıcaklığın 25°C , basıncın 1 atmosfer olduğu koşul.

Orbital: Elektronun atom çekirdeği etrafında bulunma olasılığının en yüksek olduğu elektron bulutu.

P

Pauli ilkesi: Bir atomda iki elektronun aynı dört kuantum sayısına sahip olamayacağını belirten ilke.

Periyodik sistem: Elementleri artan atom numarasına göre ve benzer kimyasal özellikte olanları aynı düşey sütunda olacak şekilde sınıflayan sistem.

S

Spektrum: Elektromanyetik ışınların, frekanslarına ve dalga boylarına göre düzenlemesinden oluşan ışın dizisi.

Y

Yarı geçirgen zar: Çözeltideki bazı taneciklerin geçmesine izin veren, bazılarının geçmesini engelleyen çok küçük delikleri içeren film şeklinde olan bir zar.

KAYNAKÇA

1. ATASOY, Basri, Temel Kimya Kavramları, Aslı Yayıncılık, Ankara, 2014
2. ATKINS, Peter; JONES, Loretta; Genel Kimya, çev.: Ali Rehber TÜRKER, Beşinci Baskıdan çeviri, Palme Yayıncılık, Ankara 2015.
3. CHANG, Raymond; GOLDSBY, Kenneth A.; Genel Kimya, çev: Prof. Dr. Tahsin UYAR, Prof. Dr. Serpil AKSOY, Prof. Dr. Recai İNAM, Yedinci Baskıdan çeviri, Palme Yayıncılık, Ankara 2016.
4. ERDİK, Ender; Sarıkaya, YÜKSEL; *Temel Üniversite Kimyası* (19. Baskı), Gazi kitapevi, 2009.
5. PETRUCCI, Ralph H.; HERRING, F. Geofrey; MADURA, Jeffry D.; BIS-SONNETTE, Carey; Genel, Cilt 1, çev.: Prof. Dr. Tahsin UYAR, Prof. Dr. Serpil AKSOY, Prof. Dr. Recai İNAM, 10. Baskıdan çeviri, Palme Yayıncılık, Ankara 2015.
6. PETRUCCI, Ralph H.; HERRING, F. Geofrey; MADURA, Jeffry D.; BIS-SONNETTE, Carey; Genel Kimya, Cilt 2, çev.: Prof. Dr. Tahsin UYAR, Prof. Dr. Serpil AKSOY, Prof. Dr. Recai İNAM, Onuncu Baskıdan çeviri, Palme Yayıncılık, Ankara 2017.

GÖRSEL KAYNAKÇA

Yayınevi arşivi ve <https://www.shutterstock.com> adresinden telif ücreti ödenerek kullanılmıştır.