

T.C.  
TARIM VE ORMAN BAKANLIĐI  
Personel Genel M¼d¼rl¼ė¼

Unvan Deėiřikliėi Sınavı  
Ders Notu



**Tekniker**  
**(8 nci Grup)**

**Uyarı:** Bu dok¼man çeşitli kaynaklardan faydalanılarak oluşturulmuş bir derlemedir. Hiçbir suretle ¼zg¼n bir kitap ¼zelliėi taşımamaktadır. Sadece ilgili konularda bilgi edinme amaçlı olarak kullanılması için bu dok¼man oluşturulmuştur. Kesinlikle başka çalışmalarda dipnot olarak g¼sterilemez.



**GÖREV ALANLARI VE ATAMA  
YAPILACAK GÖREVİN NİTELİĞİNE  
İLİŞKİN KONULAR**

**- GENEL KİMYA**

# GENEL KİMYA DERS NOTLARI

## Atomun Yapısı

### Dalton Atom Teorisi

Daltonun atom kuramına göre elementler kimyasal bakımdan birbirinin aynı olan atomlar içerirler. Farklı elementlerin atomları birbirinden farklıdır. Bu atom teorisine göre kimyasal bir bileşik iki veya daha çok sayıda elementin basit bir oranda birleşmesi sonucunda meydana gelir. Kimyasal tepkimelere giren maddeler arasındaki Kütle ilişkilerine istinaden, Dalton atomların bağıl kütlelerini de bulmuştur. Modern atom kuramı Dalton'un kuramına dayanır ancak bazı kısımları değiştirilmiştir. Atomun parçalandığını, elementlerin birbirinin aynı atomlardan değil, izotoplarının karışımından meydana geldiğini biliyoruz. Daltonun atom teorisi kimyasal reaksiyonların açıklanmasına, maddenin anlaşılmasına, ve atomun temel özelliklerinin ortaya atılmasına oldukça büyük yararlar sağlamıştır. Bu sebeple ilk bilimsel atom teorisi olarak kabul edilir.

Dalton Atom kuramı üç varsayıma dayanır;

1. Elementler Atom adı verilen küçük bölünemeyen taneciklerden oluşmuştur. Atomlar kimyasal tepkimelerde oluşmazlar ve bölünmezler.
2. Bir elementin tüm atomlarının kütlesi ve diğer özellikleri aynı, diğer elementlerin atomlarından farklıdır.
3. Kimyasal bir bileşik iki yada daha fazla elementin basit bir oranda birleşmesi ile oluşur.

Dalton atom teorisi kimyasal değişme konularının da daha iyi tanımlanmasına olanak sağlar:

1. Kütlenin korunumu: Bir kimyasal reaksiyonda reaksiyona giren maddelerin kütleleri toplamı, çıkan maddelerin (ürünlerin) kütleleri toplamına eşittir.
2. Sabit oranlar Yasası: İki element birden fazla bileşik meydana oluşturuyorsa, birleşen iki elementin farklı miktarları arasında ağırlıkça tam sayılarla ifade edilen basit bir oran bulunur.

Örneğin:  $H_2O$  da 2 g hidrojenle 16 g oksijen birleşirken,  $OH$  de 1 g hidrojenle 16 g oksijen birleşmiştir. Buradan her iki bileşikte de aynı miktar oksijenle birleşen 2 g hidrojen ve 1 g hidrojeni birbirine oranlarsak 2 sayısını elde ederiz.

## Kuantum Sayıları

Dalga mekaniğinde, bir atom birden fazla elektron içerirse elektron kabuklara dağıtılır. Bir yada daha fazla orbitallerin altkabukları, bir yada daha fazla alt kabuklarında kabukları oluşturduğu düşünülür. Schrödinger denklemi polar koordinatlara göre çözümlerse, eşitliğin sağ tarafı açısız fonksiyona, sol tarafı radyal (çapla ilgili) fonksiyona eşit olur. Radyal fonksiyondan yararlanarak baş kuantum sayısı (n) ve açısız fonksiyondan alt kabuk (azümütal) (l) ve orbital magnetik, m<sub>l</sub> kuantum sayıları elde edilir. Uhlenbeck ve Goudsmit elektronun çekirdek etrafında dolarken aynı zamanda kendi etrafında da döndüğünü ortaya çıkardılar. msile yazılan elektronun spin kuantum sayısı kuantum mekaniğinden elde edilmemiştir. Elektronların saat yönünde + 1/2 (yukarıya doğru bir ok şeklinde gösterilir:↑) aksi yönde dönmesi - 1/2 (aşağı doğru bir ok şeklinde gösterilir:↓). Bunlardan yararlanarak bir atomun çekirdeği etrafında dolanan elektronların birer kimlik numaraları olarak düşünülen dört ayrı kuantum sayısı şöyledir. Bir elektron yalnızca bu dört kuantum sayısı ile tarif edilir. Bunlardan bir tanesi eksikse o elektron tam olarak belirtilmiş olmaz.

Sembol	İsmi	Alabileceği değerler	Özelliği
n	Baş	1,2,3, ....	Orbitalin enerji ve büyüklüğünü belirler
l	Alt kabuk	0,1,2,...,n-1	Orbitalin şeklini belirler
m <sub>l</sub>	Orbital	l,(l-1),...0,-(l-1),-l	Orbitalin yönlenmesini belirler
m <sub>s</sub>	Spin	+1/2, -1/2	Elektronun dönme yönünü belirler

### Baş Kuantum Sayısı (n):

Baş kuantum sayısı(n) yaklaşık olarak Bohr'un tanımladığı n'ye karşılık gelir. Bu kuantum sayısı elektronun bulunduğu kabukları veya enerji düzeyini gösterir. 1,2,3,4,... gibi değerleri alır.n artı değerli bir tamsayıdır. Bu değerler büyük harflerle gösterilir. n=1 K kabuğunu, n=2 L kabuğunu, n=3 M kabuğunu, n=4 N kabuğunu, ... gibi harflerle veya başkuantum sayıları ile de yazılan bu kabukların alt kabuklara ayrılması ile alt kabuk kuantum sayıları, bunların da alt yörüngelere ayrılması ile orbital kuantum sayıları oluşur. n, eletronun kabuğunu ve çekirdekten olan ortalama uzaklığını belirlemektedir.

## Alt Kabuk Kuantum Sayısı (l)

l, elektronun alt kabuğu ve orbitalinin şeklini verir. Verilen bir alt kabuğun her orbitali aynı enerjiye sahip bir yapıya sahiptir. Alt kabuk kuantum sayısı, sıfırdan başlayarak kaç tane alt kabuk varsa baş kuantum sayısının bir eksiğine (n-1) kadar numaralanır. Şöyle ki, n-1 (K) tabakası için l tane alt kabuk vardır. l=0 diye numaraladığımızda ancak l=0 numaralı alt kabuk kuantum sayılı alt kabuk olduğunu görüyoruz. n=2 (L) tabakası için iki alt kabuğun kuantum numaraları l=0 ve l=1 olacaktır. n=3 (M) tabakası için üç alt kabuk vardır ve bu üç alt kabuğun kuantum ayıları l=0, l=1 ve l=2 olacaktır. Fakat bu sayılarla yetinmeyip, alt kabuk kuantum sayılarının gösterimini daha da sadeleştirmek için, sayılar yerine küçük harflerle gösterilirler. Örneğin, l=0 yerine s, l=1 yerine p, l=2 yerine d, l=3 yerine f, l=4 yerine g,... harfleri kullanılır. Bu harfler, sharp, principal, diffuse, fundamental,... gibi atomik spektrumlardaki çizimlere ait kelimelerin baş harfleridirler.

Kabuk	Baş Kuantum Sayısı	Alt Kabuk Sayısı	Alt Kabuk Kuantum Sayısı	Alt Kabuk Harfleri
K	n=1	1 tane	l=0	s
L	n=2	2 tane	l=0, l=1	s,p
M	n=3	3 tane	l=0, l=1, l=2	s,p,d
N	n=4	4 tane	l=0, l=1, l=2, l=3	s,p,d,f

## Orbital Kuantum Sayısı (ml)

ml, orbitalin yöneltisini belirtir. Magnetik kuantum sayısı diye de adlandırılan bu kuantum sayısı her bir alt kabukta bulunan orbitalleri belirler. Herbir alt kabuktaki orbital adedi o alt kabuğun kuantum numarasının iki katının bir fazlası yöntemi ile bulunur. (2l+1).

$$m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$$

Örnek verecek olursak; alt kabuk kuantum numarası l=0 için önce orbital sayısını elde edelim: Orbital sayısı 2l+1 kadar olacaktır yani 2x0+1 = 1 tanedir. Orbital kuantum numarası:  $m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$  olduğundan  $m_l = -0, \dots, 0, \dots, +0 = 0$  sayısı bulunacaktır. p orbitali için ( l=1) yörünge sayısı  $m_l = 2l+1 = 3$  elde edilir..  $m_l = -1, 0, +1$  olmak üzere  $m_l = -l, m_l = 0, m_l = +l$  olan üç orbital kuantum sayısı

belirlenir. d orbitali için ( $l=2$ ),  $m_l=-2,-1,0,+1,+2$  olacak şekilde  $m_l=-2$ ,  $m_l=-1$ ,  $m_l=0$ ,  $m_l=+1$ ,  $m_l=+2$  olan beş orbital kuantum numarası elde edilir.

$l=0$ , s, bir tane s orbitaline ( $m_l=0$ )

$l=1$ , p, üç tane p orbitaline ( $m_l=-1,0,+1$ )

$l=2$ , d, beş tane d orbitaline ( $m_l=-2,-1,0,+1,+2$ )

$l=3$ , f, yedi tane f orbitaline ( $m_l=-3,-2,-1,0,+1,+2,+3$ )

s alt kabuğu bir tane s orbitaline, p alt kabuğu  $p_x(p_{+1}), p_y(p_{-1}), p_z(p_0)$  olarak üç tane p orbitaline, d alt kabuğu  $d_{-2}, d_{-1}, d_0, d_{+1}, d_{+2}$  (veya  $d_{z^2}, d_{z^2-y^2}, d_{xy}, d_{yz}, d_{xz}$ ) olarak beş tane d orbitaline sahiptir. Her orbital en fazla iki elektron bulundurabilir. Bundan faydalanarak s alt kabuğu en çok 2, p alt kabuğu en çok  $3 \times 2 = 6$ , alt kabuğu en çok  $5 \times 2 = 10$ , f alt kabuğu da en çok  $7 \times 2 = 14$  elektron üzerinde bulundurabilir. Her alt kabuk ve orbital her zaman ait olduğu baş kuantum sayısı ile belirlenir.  $1s, 3s, 4p_x, 3p, 3d_{z^2}$  gibi.

## Orbitallerin Şekilleri ve Büyüklüğü

Elektronların Bohr yörüngeleri gibi bilinen daireler üzerinde değil, bulunma ihtimallerinin en fazla olabildiği bölgelerde orbital olabileceğini ortaya koyduk. Orbitalin şekli, elektronun bulunma olasılığı ile ilgili grafiğin kesit alanını almak suretiyle elde edilir. Bu şekilde elde edilen tüm s orbitalleri küresel bir yapıda bulunur. Olasılığın kesin bir sınırı olmaması nedeniyle şekli kolay gösterebilmek için dairesel bir çizgiyle gösterilir.. Baş kuantum sayısı üstte yazıldığı gibi orbitalin büyüklüğünü belirler. Baş kuantum sayısı arttıkça orbital aynı şeklini koruyarak şekli büyür. (2s küresel orbitalinin 1s küresel orbitaline nazaran büyük olması gibi).

## Elektronların Yerleşim Düzeni:

Elektronik dizilişte atomun elektronik yapısı  $1s, 2s, 2p$  gibi semboller alt kabukları, sağ üst köşedeki sayılarda her alt kabukta bulunan elektronların sayısını verir. Orbital kuantum sayısı ile spin kuantum sayılarının standart gösterimde yeri yoktur. Ancak tek tek elektronlar ele alındığında dört kuantum sayısı da gösterilebilir. Diyelim ki  $n=2$  kabuğunun  $l=0$  (s) alt kabuğunun orbitallerinde 1 tane elektron bulunuyor. Bu durumda,  $2s^1$  şeklinde gösterilebilir.

Elektronların bulunduğu yerler kabukların alt kabuklarına ait orbitallerdir.

s, p şematik gösterilişi

s, p, d, f diye harflendirilen bu orbitallerde elektronların dizilişi gelişigüzel değildir. En düşük enerjili orbitalden başlayarak elektronlar dizilmeye başlarlar, aynı enerjiye sahip orbitaller birer tane elektron almadan herhangi biri çift elektron bulundurmaz.

### **(n+l) Kuralı**

Orbitallerin birbirlerine göre enerji seviyelerini karşılaştırmaya yarar. Elektron iki orbital seçeneğinden her zaman en düşük enerjili olanını tercih edeceği için orbitallerin göreceli enerjileri (n+l) kuantum sayılarına bakarak bulunur. (n+l) si düşük olan orbital düşük enerjili kabul edilir. Elektron bu düşük enerjili orbitali doldurur. 4s ve 4p orbitallerini karşılaştıralım. 4s için n=4 ve l=0'dir. n+l si 4'tür. 4p'nin ise n=4 ve l=1'dir. n+l'si 5'tir. 4s daha düşük enerjili olduğundan, elektron 4p yerine 4s'ye yerleşmiş olacaktır. Ayrıca iki orbitalin de n+l'si eşit olursa düşük enerjili orbital "n"si küçük olan orbitaldir. 2p ve 3s'yi karşılaştırdığımızda her ikisinin de n+l değeri 3 bulunur. Elektron 3s yerine 2p orbitalini tercih eder.

### **Hund Kuralı:**

Hund kralına göre elektronlar bir alt kabuğun orbitallerine en fazla sayıda paralel spinli ve eşleşmemiş olacak şekilde dağılırlar. p alt tabakasının 3 tane p orbitali, d alt tabakasının 5 tane d orbitali, f alt tabakasının 7 tane f orbitali aynı enerji seviyesinde bulunurlar. Bu aynı enerji seviyeli orbitallerin her biri birer elektrona sahip olmadan önce orbitallerden herhangi biri iki elektrona sahip olamaz. Örneğin n=3, l=1 (3p) alt tabakasında üç elektron bulunuyor. Bu kurala göre 3p<sub>x</sub> orbitali iki elektron, 3p<sub>y</sub> bir elektron taşıyıp da 3p<sub>z</sub> de hiç elektron olmaması bu kurala göre imkânsızdır. Bundan dolayı bu üç elektronun orbitalleri ve yerleşimi ancak ve ancak sadece 3p<sub>x</sub> de 1 elektron, 3p<sub>y</sub> de 1 elektron ve 3p<sub>z</sub> de 1 elektron şeklinde olabilir.

### **Pauli Dışarlama (exclusion) Kuralı:**

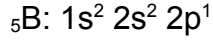
Bir atomun içerdiği elektronların herbirinin dört ayrı kuantum sayısı (n, l, ml, m<sub>s</sub>) ile belirlenir. Bu kural bir atomda bulunan herhangi iki elektronun 4 kuantum sayısının da aynı değerler alamayacağını, en azından birer kuantum sayılarının farklı olduğunu söyler. Örneğin 2s orbitalinde bulunan iki elektron bu kuantum sayıları n=2, l=0, ml=0 olmak üzere üçü de aynıdır. Fakat dördüncü kuantum sayıları farklıdır, bir elektronun m<sub>s</sub> = + 1/2 ve diğerinin m<sub>s</sub> = - 1/2'dir.

Elektronların orbitallerdeki düzenlenmesi a) elektron sayılarının orbitaller üzerine yazılması 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup> şeklinde ve b) oklarla olmak üzere iki türlü olabilir. Oklarla gösterimde yatay çizgi (-) şeklinde gösterilen orbital üzerine elektron sayısı kadar ok çizilir. 1 s ↑ veya 1 s ↑↓ gibi.

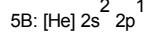
Örneğin bor atomunun elektronik yapısını gösterirsek

B'un atom numarası 5 olduğundan 5 elektrona sahiptir. Bu 5 elektronun orbitallerde dizilişi aşağıdaki şekillerde gösterilebilir:

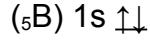
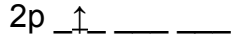
a) Sayılarla gösterim: En düşük enerjili orbital 1s'den itibaren başlayarak elektronların dizilişi yapılır. Burada her kabuk ancak bir s orbitaline sahip olabilir ve maksimum 2 elektron alır, p orbitalleri üç tanedir toplam 6 elektron alabilir, d orbitalleri beş tanedir 10 elektron alabilir ve f orbitalleri yedi tanedir ve 14 elektron alabilir şekilde toplu elektron sayısı gösterilir.



veya kendinden önce gelen soy gaz köşeli paranteze alarak ve geri kalan elektronları göstermek de mümkündür:



b) Oklarla gösterim veya Hund kuralını uygulayarak gösterimde her bir elektron bir ok ile gösterildiğinden hangi orbitalde kaç elektron olduğu kolayca anlaşılır.



Yukarı yönlü oklar  $m_s = +1/2$ , aşağı yönlü oklar da  $m_s = -1/2$  şeklinde düşünülerek elektronların dört kuantum sayısı da bu gösterimde açık bir şekilde ortaya çıkar.

### **Magnetik Özellikler:**

Bir atomun orbitallerinde tek elektron varsa buna çiftleşmemiş elektron denir. Çiftleşmemiş elektron sayısı, ancak Hund Kuralına gösterimde görülebilir. Çiftleşmemiş elektrona sahip atom veya iyonların bir magnetik alan tarafından çekildiği, zayıfça mıknatıslık gösterdiği, deneysel olarak elde edilmiştir. Çiftleşmemiş elektronlara sahip maddelerin gösterdiği magnetik alana doğru çekilme özelliğine paramagnetizma denir. Bunun zıddı özellik (bütün elektronları çiftleşmiş maddelerin gösterdiği magnetik alan tarafından itilmesi) diamagnetizma adı verilir. Paramagnetizma sadece dışarıdan bir magnetik alan uygulandığı zaman gözlenenebilir. Birde kobalt, nikel, demir gibi metallerin dışarıdan bir magnetik alan uygulanmadığı halde kendiliğinden magnetik özellik göstermesi özelliği vardır ki buna da ferromagnetizma denir. Ferromagnetik malzemelerde büyük sayıda paramagnetik iyonla malzeme içinde küçük bölgelerde magnetik momentleri aynı bir yönde yönelmiş olarak toplanmışlardır. Bu bölgeler bir defa güçlü bir dış magnetik alana maruz bırakıldıktan sonra, magnetik momentleri devamlı olarak hep aynı yönde yönelirler. Halbuki paramagnetik cisimlerde dış alan etkisi kalktıktan sonra magnetik özellik de kaybolduğu gözükür.

### **Periyodik Tablo**

Periyodik tablo özellikleri bakımından elementler iki büyük gruba (metaller,



ametaller) ayrılır. Elementlerin %85 i metal %15 i ametaldir. Metaller ile ametalleri ayıran sınır bölgesinde her iki grubun özelliklerini taşıyan bazı elementler bulunur. Bu elementlere yarımetal ismi verilir. Elementler tabloda A ve B grubu elementler olmak üzere ikiye ayrılırlar. A grubu elementleri baş grup elementler (s ve p), B grubu elementlerine de geçiş elementleri(d) ismi verilir. Geçiş elementleri, periyodik çizelgede IIA ile IIIA grubu elementleri arasında bulunurlar. Çizelgedeki yatay sıralara periyod, düşey sıralara grup ismi verilir. Doğadaki element sayısı 89 tane olup, laboratuvarla sentetik yolla çekirdek reaksiyonları ile elde edilen ve radyoaktif olan 20 elementle birlikte yaklaşık 109'u bulmaktadırlar. Doğadaki 89 elementin oda sıcaklığında 15'i gaz, 2'si sıvı ve 72'si de katıdır. Elementlerin isimlendirilmesi; i. o elementi keşfeden kişinin isminden yararlanarak (Küriyum, Einsteiniutn, Fermium gibi), ii. elementlerin keşfedildiği ülke veya şehrin ismine göre (Fransium, Germanyum, Polonyum,... gibi), iii. Elementin özelliğine göre (hidrojen: nydro=su, genes=üreten) ve çoğunlukla latince kelimelerle yapılmıştır, helyum: helios=güneş, lithium: lithos=kaya, selen=ay gibi latince kelimelerden türetilmiştir.

#### Atomik ve İyonik Çap:

Çekirdek etrafında elektron bulutları ile sarılmış küresel bir hacim işgal eden nötral bir atomun çapını kesin olarak bulmak oldukça güçtür. Ancak elektron bulutunun belirli bir hacimde sınırını çizerek oluşturulan küre atomun şeklini belirler. Buna göre belirlenmiş atomun çapı periyodik tabloda periyodlarda yatay olarak ilerledikçe -atom numarası arttıkça- küçülür. Nedeni yatay olarak ilerledikçe atomun dış kabuğuna bir elektron ve çekirdeğe de bir proton eklenir. Ancak kabuğa eklenen bir elektronun atomun hacmini genişletme gücü, çekirdeğe katılan bir protonun atomun hacmini küçültme gücüne eşit değildir. Daha küçüktür. Protonun atomun hacmini küçültme gücü galip geldiğinden atom çapı yatay olarak gittikçe küçülür.

Atomik çaplar gruplarda aşağı doğru indikçe büyür. Çünkü her grupta elektron bir üst kabuğa girer (n=2, n=3,... gibi) ve ilave protonların atom çapını küçültme etkisi, üst kabuğa girmiş bulunan elektronların çapı büyültme etkisinin yanında küçük kalır. 5B'da n=2 kabuğu varken 13Al'de n=3 kabuğu vardır. 5B'un atomik çapı 0.080 nm, 13Al'mun ki ise 0.143 nm'dir. Bütün bunların yanında elektron kaybettiği zaman oluşan iyonun çapının daha küçük, elektron kazandığı zaman oluşan iyonun çapının da daha büyük olacağı bilinmektedir.

#### İyonlaşma Enerjisi:

Herzaman dışarıdan ısı alan (endotermik) bir kimyasal olaydır. Gaz halindeki bir atomdan bir elektronu çıkarabilmek için gerekli minimum enerjiye iyonlaşmaenerjisi ismi verilir. Bir elektronu çıkarmak için gerekli enerji birinci iyonlaşma enerjisi, ikinciyi çıkarmak için gerekli enerji ikinci iyonlaşma enerjisi üçüncüyü çıkarmak için gerekli enerjide üçüncü iyonlaşma enerjisi ismini alır. Tabii ki birinci iyonlaşmadan sonra + yüklü bir iyon oluşur. Artık bu + yüklü iyondan ikinci bir elektronu çıkarmak veya üçüncü bir elektronu çıkarmak daha büyük bir enerji gerektirir.

#### İzoelektronik:

Bazı elementler elektron alıp vererek diğer bazı kementlerin elektron sayısına eşit elektrona sahip olabilirler. Elektron sayıları eşit olan element veya iyonlara

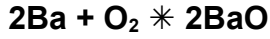
izoelektronik ismi verilir. Örneğin 10Ne 10 elektron, 9F 9 elektrona sahiptir. Flor bir elektron daha alarak 10 elektrona sahip (F iyonu) olur. Böylece 10Ne ile 9F - izoelektroniktir denir. Buna benzer şekilde 7N<sup>3-</sup>, 8O<sup>2-</sup>, 9F<sup>-</sup>, 10Ne , 11Na<sup>+</sup> , 12Mg<sup>2+</sup>, 13Al<sup>3+</sup> birbiriyle izoelektroniktir. Hepsinin on elektronu bulunmaktadır.

## Kimyasal Reaksiyon Çeşitleri

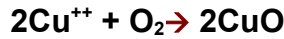
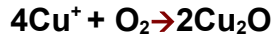
### Sentez Reaksiyonları (Synthesis Reactions)

$X + Y \rightarrow XY$  genel formülü ile ifade edilir. X ve Y reaksiyona giren reaktantları sembolize etmektedir. Reaktantlar, element (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) olabileceği gibi bileşikte (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) olabilir. Çeşitli sentez reaksiyonları vardır.

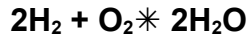
- Herhangi bir elementin, oksijen ile reaksiyonu sonucunda o elementin oksit bileşiği elde edilir.



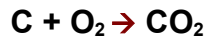
Bazı elementlerin birden fazla oksit bileşiği vardır. Bunun sebebi ise oksijenle reaksiyona giren metalin farklı yüklere sahip olmasıdır.



- İki tane ametalin reaksiyonu sonucunda kovalent bağlı bileşik elde edilir.



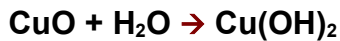
- Ametaller oksijen ile reaksiyon verir. Buna örnek olarak karbondioksit gazı elde edebiliriz



- Bileşiklerin sentez reaksiyonlarına aşağıdaki örnek verilebilir.

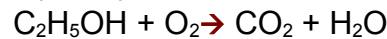
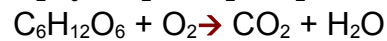
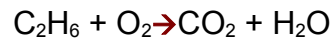
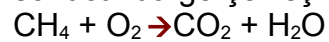


- Metal oksitlerin su ile reaksiyonu sonucunda hidroksit bileşikleri elde edilir.



## Yanma Reaksiyonları

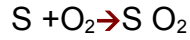
Yanma reaksiyonları kimyasal bir bileşiğin oksijen atomu ile reaksiyona girmesi sonucunda gerçekleşir.



## Yükseltgenme İndirgenme Reaksiyonları

Elektron transferi ile gerçekleşen bir reaksiyondur.

Yükseltgenme olayı atomun elektron kaybetmesi ile veya oksidasyon sayısının artması ile gerçekleşirken indirgenme olayı ise atomun elektron kazanması ile veya oksidasyon sayısının azalması ile gerçekleşir.



0 0 4+ 2-

Yukarıdaki reaksiyonda kükürtün oksidasyon sayısı 0'dan +4'e yükselmiştir. Kükürt yükseltgenmiştir denir. Oksijenin ise oksidasyon sayısı 0'dan -2'ye azalmıştır (2 elektron kazanmıştır). Oksijen indirgenmiştir. Bu tür reaksiyonlarda bir atom kendi kendine indirgenemez veya yükseltgenemez. Yükseltgenen atom aynı zamanda indirgen ajan olarak bilinir. Tam tersine indirgenen atom aynı zamanda yükseltgen ajandır. Bu tür elektron alış verişli olan reaksiyonlara redoks tepkimeleri denir.

Bu tür reaksiyonlarda hesap yapılabilmesi için öncelikle atomların veya bileşiklerin oksidasyon sayılarının bilinmesi gerekmektedir. Genel olarak şu şekilde sınıflandırılabilir.

1. Elementel haldeki ( $O_2$ , Na,  $H_2$ ,  $P_4$ ) tüm atomların oksidasyon sayısı 0 dir
2. Basit iyonlarda oksidasyon sayısı iyonun sahip olduğu yüke eşittir ( $Cl^- = -1$ ,  $Na^+ = +1$ )
3. Hidrojen bir çok reaksiyonda +1 oksidasyon sayısına sahiptir.
4. Oksijen içeren bileşiklerde oksijen genellikle -2 oksidasyon basamağına sahiptir. Fakat peroksit bileşiklerinde oksijen -1 oksidasyon basamağına sahiptir.
5. Flor -1 oksidasyon sayısına sahiptir.

Yukarıdaki temel kurallar eşliğinde bileşiği oluşturan atomların oksidasyon basamakları hesaplanabilir. Burada öncelikle bileşin toplam oksidasyon sayısına bakılmalıdır. Yani eğer yüksüz bir bileşikse toplam oksidasyon sayısı 0' dir. Veya (-) yüklü bir bileşikse toplam oksidasyon basamağı (-1) dir.

$K_2CO_3$  yüksüz bir bileşik olduğu için toplam oksidasyon basamağı 0' dir. Yani bileşiği oluşturan elementlerin elektronlarının toplamı 0 olmalıdır. Oksijenin -2 oksidasyon basamağına sahip olduğunu söylemiştik. Bileşikte 3 tane oksijen olduğundan ,oksijenden gelen elektron sayısı  $3 \times (-2) = -6$  dir.

K 1+ oksidasyon basamağına sahiptir. Potasyumdan gelen elektron sayısı  $2 \times (+1) = +2$ . Buradan karbonun oksidasyon sayısını bulabiliriz.

$$(-6) + (+2) + (x) = 0$$

$x = +4$  olmalıdır.

$\text{HSO}_4^-$  örneğinde ise bileşiğin toplam oksidasyon sayısı  $-1$  dir .

Hidrojenin oksidasyon basamağı  $+1$ , oksijenin oksidasyon basamağı  $(-2) \times 4 = 8$

Kükürtün oksidasyon basamağı bulunabilir.  $(+1) + (-8) + (x) = -1$

$x = +6$

Eğer kükürt  $\text{S}_2$  şeklinde olsaydı o zaman  $(2x)$  demeliydik.

Yukarıda bahsedilenleri bir örnek üzerinde uygulayabiliriz.



$\text{Fe}_2\text{O}_3$  bileşiğinde oksijenin oksidasyon sayısının  $-2$  olduğunu ve bileşiğin toplam oksidasyon sayısının  $0$  olduğunu biliyoruz

$$3 \times (-2) + (2x) = 0$$

$x = +3$  (demirin oksidasyon basamağı)

**Fe' nin oksidasyon sayısı  $+3$ 'den  $0$ ' azalmış, yani elektron kaybetmiş, yani indirgenmiş, bu nedenle yükseltgen ajan**

**CO** bileşiğindeki karbonun oksidasyon sayısı  $(-2) + (x) = 0$

$x = +2$  (karbonun oksidasyon sayısı)

**CO<sub>2</sub>** bileşiğindeki karbonun oksidasyon sayısı  $2 \times (-2) + (x) = 0$

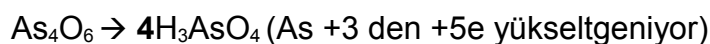
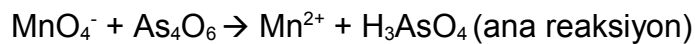
$x = +4$  (karbonun oksidasyon sayısı)

**C' nin oksidasyon sayısı  $+2$ 'den  $+4$ ' e yükselmiş , yani elektron kazanmış, yani yükseltgenmiş, bu nedenle indirgen ajan.**

**Redoks Tepkimelerinin Eşitlenmesi**

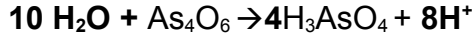
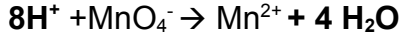
**Reaksiyon Asidik çözeltide gerçekleşiyor ise**

1.Öncelikle verilen reaksiyonun yarı basamak reaksiyonları yazılarak atomların gerekli stokiyometrik dengeleri sağlanır.



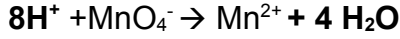
2. Reaksiyondaki Oksijen ve hidrojen dengeleri sağlanır.

- Eğer reaksiyon asidik ortamda oluşuyorsa her oksijen atomu için reaksiyonun karşı tarafına  $1 \text{ H}_2\text{O}$  molekül eklenir. Hidrojen dengesini sağlamak içinde su eklenen tarafın zıt tarafına gerektiği kadar  $\text{H}^+$  iyonu eklenir.



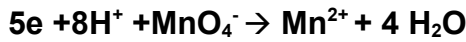
(reaksiyonun sağ tarafında 16 oksijen, sol tarafında 6 oksijen bulunmaktadır. Bu nedenle sol tarafa 10 H<sub>2</sub>O eklenmelidir)

3. Herbir ara reaksiyondaki, reaksiyonun sağında ve solundaki yükü eşitlemek için gerekli tarafa elektron eklenir.

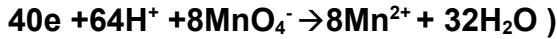
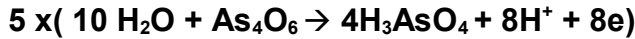
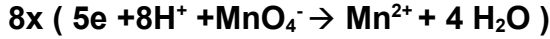


$$8 + (-1) = +7$$

$$+7 = +2 \rightarrow 5e + (+7) = +2 \text{à } (+2) = +2$$

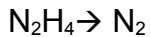
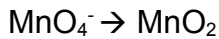
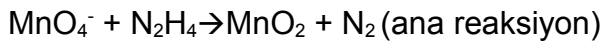


4. İki yarı tepkimenin elektronlarını aynı yapıp yok edebilmek için gerekli katsayı ile çarpılır ve yarı tepkimelere taraf tarafa toplanır



### Reaksiyon Bazik Çözeltide Gerçekleşiyor ise

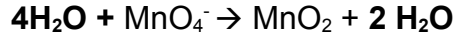
1. Öncelikle verilen reaksiyonun yarı basamak reaksiyonları yazılarak atomların gerekli stokiyometrik dengeleri sağlanır.



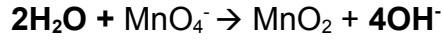
2. Reaksiyondaki Oksijen ve hidrojen dengeleri sağlanır.

- Eğer reaksiyon bazik ortamda oluşuyorsa ise her oksijen atomu için reaksiyonun karşı tarafına 1 H<sub>2</sub>O molekülü eklenir. Eklenen suda bulunan hidrojen sayısı kadar diğer tarafa H<sub>2</sub>O molekülü eklenir. Tekrar oksijen, hidrojen eşitliğini sağlamak için eklenen su molekülü kadar diğer tarafa OH<sup>-</sup> eklenir.



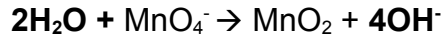


$4\text{H}_2\text{O} + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{OH}^-$  (sağdaki ve soldaki su molekülleri birbirini götürür)



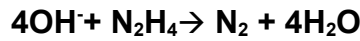
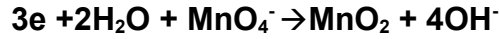
$4\text{OH}^- + \text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$  (her eklenen 1 mol H<sub>2</sub>O molekülü için 1 mol OH<sup>-</sup> ters tarafa eklenir)

3. Herbir ara reaksiyondaki, reaksiyonun sağında ve solundaki yükü eşitlemek için gerekli tarafa elektron eklenir.



$$(-1) = -4$$

$$(-1) + 3e = -4$$

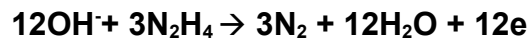
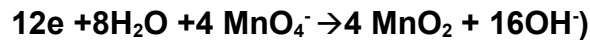
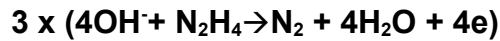


$$(-4) = 0$$

$$(-4) = 0 + 4e$$



4. İki yarı tepkimenin elektronlarını aynı yapıp yok edebilmek için gerekli katsayı ile çarpılır ve yarı tepkimelere taraf tarafa toplanır



Gazlar

### Gazların Özellikleri

Gazlar moleküller arası çekim kuvvetleri en az olan maddelerdir. Gaz molekülleri birbirinden bağımsız hareket ederler. Aralarındaki çekim kuvveti ancak ve sadece London çekim kuvvetidir. Büyük basınç ve düşük sıcaklıklarda sıvılaştırılabilirler.

Gaz molekülleri buldukları yeri her tarafına eşit oranda yayılarak doldururlar. Sonsuz oranda genişleyebilirler. Basınç altında yüksek oranda sıkıştırılabilirler. Yüksek basınçtan alçak basınca doğru çabucak akarlar. Sıcaklık ile basınç doğru orantılıdır. Düşük yoğunlukları vardır.

Gazların fiziksel davranışlarını dört özellik belirler. Bunlar; Basınç (P), sıcaklık (T) ve hacim (V) gazların durumunu değiştirebilen etkenlerdir. Gazlar genellikle kokusuz ve renksizdirler. Bazılarının kokusu, rengi ve zehirliliği en belirgin özelliğidir. Br<sub>2</sub> kahverengimsi kırmızı, I<sub>2</sub> mor renkli, NO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kahve renkli, F<sub>2</sub> ve Cl<sub>2</sub> yeşilimsi sarı, NH<sub>3</sub> keskin kokulu, oksijen, azot ve asal gazlar dışındakiler zehirlidirler.

**Basınç:** Basınç, bir yüzeye uygulanan kuvvetin, o yüzeyin alanına bölünmesiyle bulunur.

$$P(\text{Pa}) = F(\text{N}) / A(\text{m}^2)$$

Atmosfer basıncı barometre ile ölçülür. Bir barometredeki cıva yüksekliğine barometre basıncı denir. Atmosfer koşulları ve yükseklikle değişir. Standart atmosfer (atm), cıva cıva yoğunluğu 13,5951 g/cm<sup>3</sup> (0 °C ) ve yerçekimi ivmesi g = 9,80665 ms<sup>-2</sup> olduğu durumda, 760 mm yükseklikteki bir cıva sütununun oluşturduğu basınç olarak tanımlanabilir.

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

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

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ N/ m}^2$$

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 1,01325 \text{ bar}$$

### **Basit Gaz Yasaları**

**Boyle Yasası:** Sabit sıcaklıkta, sabit miktardaki gazın hacmi, basıncı ile ters orantılıdır.

$$P \propto 1/V \text{ ya da } PV = a \text{ (a sabit )}$$

Orantı işareti (a) yerine eşitlik ve orantı sabitini koyarsak, sabit bir sıcaklık ve miktardaki gazın basınç ve hacim çarpımı bir sabite eşittir. Bu sabit değerde gazın miktarı ve sıcaklığına bağlıdır.

**Örnek**

30 litre bir gazın, basıncı 6 atmosferden 3 atmosfere düşürüldüğünde hacmi ne olur?

**Çözüm:** Gazın sadece bir P1, V1 hali belli olması PxV sabitini bulmaya yeterlidir.

$$P1 = 6 \text{ atm}, V1 = 30 \text{ L}$$

$$P1.V1 = P2V2$$

$$6 \text{ (atm)} \times 30 \text{ (L)} = 3 \text{ atm} \times V2$$

$$V2 = 180 \text{ L atm} / 3 \text{ (atm)}$$

$V_2 = 60 \text{ L}$  bulunur.

Charles Yasası:Sabit basınçtaki, gazın hacmi sıcaklıkla doğru orantılıdır.

$V \propto T$  veya  $V = bT$  (b Sabit)  $T \text{ (K)} = t \text{ (}^\circ\text{C)} + 273,15$

Örnek

25°C de 50 cm<sup>3</sup> gaz 0°C ye soğutulursa hacmi ne olur?

Sıcaklık mutlaka mutlak sıcaklık cinsine çevrilmelidir:

bağıntısı kullanılarak ve  $V_1 = 50 \text{ cm}^3$ ,  $T_1 = 25^\circ\text{C} + 273 = 298 \text{ K}$ ,  $T_2 = 0^\circ\text{C} + 273 \text{ K}$  alınarak

$50/293 = V_2 \text{ (cm}^3) / 273$   $V_2 = 46,6 \text{ cm}^3$  elde edilir.

Normal (ideal ) Basınç ve sıcaklık: Gazların özellik olarak sıcaklık ve basınca bağlı olması nedeniyle, normal sıcaklık ve basınç kavramları kullanılır. Gazlar için normal sıcaklık 0°C =273.15 K ve normal basınç 1 atm =760 mmHg dir.

Avagadro Yasası: Sabit sıcaklık ve basınçta, bir gazın hacmi miktarı ile doğru orantılıdır.

Bu kuram iki farklı şekilde ifade edilir.

1. Aynı basınç ve sıcaklıkta, farklı gazların eşit hacimleri aynı sayıda molekül içerir.

2. Aynı basınç ve sıcaklıkta, farklı gazların aynı sayıdaki molekülleri eşit hacim kaplar.

$V \propto n$  veya  $V = c.n$

Normal koşullarda bir gazın 22.414 L'si 6,02x10<sup>23</sup> molekül ya da 1 mol gaz bulunur.

1mol gaz = 22.4 L gaz (normal koşullarda)

Birleşen Hacimler Yasası: Sıcaklık ve basıncın sabit olduğu tepkimelerde gazlar tamsayılarla ifade edilen basit hacim oranlarıyla birleşirler.

### İdeal Gaz denklemi

Basit gaz yasalarından yararlanarak, hacim, basınç, sıcaklık ve gaz miktarı gibi dört gaz değişkenini içeren tek bir denklemde birleştirilerek ideal gaz denklemi elde edilir.

1. Boyle yasası, Basıncın etkisini tanımlar,  $P \propto 1/V$

2. Charles yasası, Sıcaklık etkisini tanımlar,  $V \propto T$

3. Avagadro Yasası, gaz miktarının etkisini tanımlar,  $V \propto n$

Bu gaz yasalarına göre, bir gazın hacmi, miktar ve sıcaklık ile doğru orantılı, basınç ile ters orantılıdır. Yani  $V \propto nT/P$  ve  $V = RnT/P$



$$Pv = nRT$$

İdeal gaz denkleminin uyan bir gaza ideal veya mükemmel gaz ismi verilir. İdeal gaz denkleminde gaz sabitinin değeri ideal şartlardaki birimlerden yararlanarak bulunur.

$$R = PV / nT = 1 \text{ atm} \times 22,4140 \text{ L} / 1 \text{ mol} \times 273,15\text{K} = 0,082057 \text{ L atm/mol K} = 0,082057 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{ elde edilir.}$$

SI sistemine göre

$$R = PV / nT = 101,325 \text{ Pa} \times 2,24140 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 / 1 \text{ mol} \times 273,15\text{K} = 8,3145 \text{ m}^3 \text{ Pa mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$R = 8,3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

### Örnek

800 ml bir kapta 275 °C de 0.2 mol O<sub>2</sub> nin oluşturduğu basınç ne kadardır?

$$PV = nRT$$

$$P \times 0,800 \text{ L} = 0,2 \times 0,082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times (273 + 275) \text{ K}$$

$$P = 11,2 \text{ atm}$$

### Genel Gaz Denklemi

Bazı durumlarda gazlar iki farklı koşulda tanımlanır. Bu durumda ideal gaz denklemi, başlangıç ve son durum olmak üzere iki kere uygulanır.

$$P_i V_i = n_i R T_i \quad R = P_i V_i / n_i T_i$$

$$P_s V_s = n_s R T_s \quad R = P_s V_s / n_s T_s$$

$P_i V_i / n_i T_i = P_s V_s / n_s T_s$  bağıntısına genel gaz denklemi denir.

### Mol kütlesi tayini

Bir gazın sabit sıcaklık ve basınçta kapladığı hacim bilinirse, gaz miktarı (n), mol cinsinden, ideal gaz denklemiyle bulunur. Gazın mol sayısı, gaz kütlesinin (m) molekül ağırlığına (M) bölümüne eşit olduğundan, gaz kütlesi bilinirse  $n = m / M$  den yararlanarak mol kütlesi bulunabilir.

$$PV = mRT/M$$

Gaz Yoğunlukları:

Bir gazın yoğunluğu bulunurken  $d = m/V$  yoğunluk denkleminde yararlanılır.

İdeal gaz denkleminde  $n/V$  yerine  $P/RT$  konulur.

$$d = m/V = MP / RT$$

Sıvı ve katı yoğunlukları arasında belirli farklar vardır.

a. Bir gazın yoğunluğu mol kütlesi ile doğru orantılıdır. Katı ve sıvıların ise yoğunlukları ve mol kütleleri arasında kayda değer bir ilişki yoktur.

b. Gaz yoğunlukları basınç ve sıcaklığa bağlıdır. Basınç ile doğru orantılı, sıcaklık ile ters orantılıdır. Katı ve sıvıların yoğunlukları ile mol kütleleri arasında kayda değer bir ilişki olmakla beraber, basınca çok az bağlıdır.

## Asitler ve Bazlar

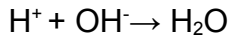
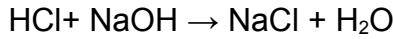
### Asit ve Bazların Tanımı

Asitler yapısında hidrojen bulunan ve sudaki çözeltisine hidrojen iyonu ( $H^+$ ) veren maddelerdir. En belirgin özellikleri ekşi tatda olmaları ve asit-baz indikatörü denilen bazı organik boya maddelerinin rengini değiştirmeleridir. Örneğin turnusolün mavi rengi asitle kırmızıya dönüşür. Örnek olarak hidroklorik asit, HCl, verebiliriz.

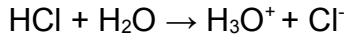
Bazlar yapısında hidroksil bulunan ve sudaki çözeltisine hidroksil iyonu ( $OH^-$ ) veren maddelerdir. Elde kayganlık hissi uyandıran ve yine asit-baz indikatörlerinin rengini değiştiren maddelerdir. Örneğin turnusolün kırmızı rengi bazlarla maviye dönüşür.

Örnek olarak sodyum hidroksit, NaOH, verilebilir.

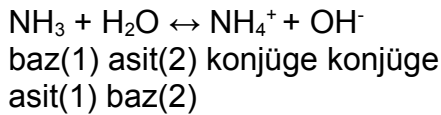
Asit ve bazlar birleşerek birbirlerini nötralleştirir ve su oluşturur.



Diğer bir tanıma göre asitler proton veren, bazlar ise proton alan maddelerdir.



Yukarıdaki tepkimede HCl, proton verdiği için asit,  $H_2O$  ise proton aldığı için bazdır. HCl ve  $H_2O$  arasındaki tepkime sonucunda konjüge asit ve bazlar oluşur. Ancak  $H^+$  iyonunun suda serbest halde bulunması olası değildir. Su molekülleriyle sarılması beklenir. Yaklaşık dokuz su molekülüyle sarılan  $H^+$  iyonu, bunlardan birisi ile de sıkıca bağlanır. Dolayısıyla suda,  $H^+$  yerine daima  $H_3O^+$  iyonundan söz etmek gerekir ve bu iyon hidronyum iyonu denir. Arrhenius'a göre baz olması beklenmeyen amonyak çözeltisi bu tanıma göre bazdır, bu da aşağıdaki tepkime ile verilebilir.



Yukarıdaki tepkimeye bakacak olursak,  $NH_3$  proton aldığı için baz,  $H_2O$  ise proton verdiği için asittir. Aynı zamanda  $NH_4^+$ ,  $NH_3$  ün konjüge asidi,  $OH^-$  ise  $H_2O$  nun konjüge bazıdır.

HCl ve  $NH_3$  örnekleriyle reaksiyona giren su molekülü, HCl'ye karşı baz olarak (proton alan),  $NH_3$ ' e karşı ise su asit olarak (proton veren) davranmaktadır. Buda su molekülünün reaksiyona girdiği maddeye göre asit veya baz olarak davranışını gösterir. Bu tür maddelere amfiprotik maddeler denir.

Amfiprotik maddelere örnek olarak  $H_2O$ ,  $ROH$ ,  $HCO_3^-$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$  verilebilir.

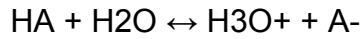
Lewis' e göre ise asit elektron çifti alan, baz ise elektron çifti verebilen maddedir. Baz grubuna genellikle elektron verebilen oksijen veya azot içeren maddeler girer. Diğer taraftan hidrojen içermeyen maddeler asit olabilir. Örneğin bor triflorür,  $BF_3$ , bir asittir, çünkü elektron eksikliği vardır ve bunu tamamlamak ister. Öte yandan  $NH_3$  veya diğer azotlu maddelerde ortaklanmamış elektron çiftleri bulunur, dolayısıyla bazdır.

### Suda Asit ve Baz Dengeleri

Bir asit veya baz suda çözüldüğünde iyonlaşır (dissosiyasyon olur). İyonlaşmanın derecesi asit veya bazın kuvvetiyle ilişkilidir. Kuvvetli bir asit tamamen iyonlaşır, zayıf bir asit ise kısmen iyonlaşır. Aynı durum bazlar için de geçerlidir.

$HCl$ ,  $HBr$ ,  $HI$ ,  $HNO_3$ ,  $HClO_4$  ve  $H_2SO_4$  gibi asitler kuvvetli asitlerdir.

Zayıf asit ve bazlar ise suda kısmen iyonlaşırlar. Bir tek  $H^+$  iyonu verebilen zayıf bir asit  $HA$  genel formülü ile gösterilir. Su ile olan reaksiyonu da aşağıdaki gibidir.



Bu reaksiyonun denge sabiti şu şekilde gösterilir.

$K_{denge} = \frac{(\text{Çıkan Ürünler})}{(\text{Giren Ürünler})}$

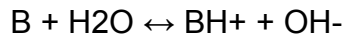
$$K_{denge} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]}$$

Suyun derişimi sabit olduğu için aşağıdaki ifade şu şekilde kullanılır.

$$K_{denge} \cdot [H_2O] = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = K_a$$

$K_a$  denge sabitine asitlik sabiti denir.

Aynı şekilde tek proton alabilen zayıf bir baz  $B$  genel formülüyle gösterilir.



Denge sabiti aşağıdaki

$$K_{denge} = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B][H_2O]}$$

veya

$$K_{denge} \cdot [H_2O] = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = K_b$$

$K_b$  denge sabitine bazlık sabiti denir.

## Suyun İyonlaşma Sabiti ve pH

Suyun iyonlaşma dengesini aşağıdaki şekilde göstermek mümkündür.



$$K_{\text{denge}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

$$K_{\text{denge}} \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2 = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = K_{\text{su}}$$

25°C da  $K_{\text{su}}$  nın değeri  $1,00 \cdot 10^{-14}$  dür. Sıcaklık arttıkça iyonlaşma yüzdesi artacağından  $K_{\text{su}}$  yükselir. Saf suda hidronyum ve hidroksit iyonu derişimlerinin aynı olacağı kesindir, dolayısıyla

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$$

$$K_{\text{su}} = [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = [\text{OH}^-]^2$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = (1,00 \cdot 10^{-14})^{1/2} = 1,00 \times 10^{-7} \text{ M dir.}$$

Sulu ortamda asitlik veya bazlık derecesini pH kavramı ile belirtilir. Ve

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

şeklinde ifade edilir.

$$\text{p}K_{\text{su}} = -\log K_{\text{su}}$$

$$\text{p}K_{\text{a}} = -\log K_{\text{a}}$$

$$\text{p}K_{\text{b}} = -\log K_{\text{b}} \text{ dir.}$$

25oC da saf suda

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

pH değeri 0-7 olan çözeltiler asidik, 7-14 olan çözeltiler ise baziktir.

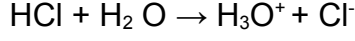
## Kuvvetli Asitler ve Kuvvetli Bazların pH

**Derişimi  $1 \times 10^{-6}$  M** dan daha büyük kuvvetli asit çözeltilerinde kuvvetli asit veya kuvvetli baz tamamen iyonlaştığı için derişimi,  $\text{H}_3\text{O}^+$  (hidronyum) iyonu veya  $\text{OH}^-$  (hidroksit) iyonu derişimine eşittir.

$$\text{pH} = -\log C_{\text{A}} \text{ dir.}$$

**Örnek:**

0,05 M HCl çözeltisinin pH sını bulunuz.

**Çözüm:**

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCl}] = 0,05 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log 0,05 = 1,30$$

Aynı durum kuvvetli bazlar için de geçerlidir.

$$\text{pOH} = -\log C_B \text{ dir.}$$

Derişimin  $10^{-6}$  M dan küçük olması durumunda suyun iyonlaşma etkisini göz önüne alacağımızdan çözeltideki  $\text{OH}^-$  derişimi için aşağıdaki eşitliliği yazmamız gerekir.

$$[\text{OH}^-] = C_B + [\text{OH}^-]_{\text{su}}$$

$$[\text{OH}^-]_{\text{su}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{su}} = C \text{ olduğundan}$$

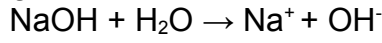
$$K_{\text{su}} = (C_B + C) \cdot C = 1,00 \cdot 10^{-14}$$

$$C^2 + C_B \cdot C - 1,00 \cdot 10^{-14} = 0 \text{ dır.}$$

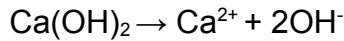
Bu eşitliğin çözümü ile C yani sudan gelen hidroksit iyonu derişimi bulunur,  $C_B$  ye eklenerek çözeltideki hidroksit derişimine geçilir ve pOH hesaplanır.

**Örnek:**

100 ml 0,050 M NaOH ile 100 ml 0,020 M  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  çözeltileri karıştırılıyor. Elde edilen çözeltinin pOH ve pH değerleri nedir?

**Çözüm:**

$$0,05 \quad 0,05 \quad 0,05$$



$$0,020 \quad 0,020 \quad 2x(0,020)$$

İki tane ayrı baz çözeltisinin karıştırılması ile oluşan yeni çözeltide hidroksit iyonu derişimi şöyle bulunur.

Çözeltideki toplam  $\text{OH}^-$  iyonu, NaOH ve  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  tarafından verilir. Her iki çözeltiden 100'er mL alındığından çözeltinin son hacmi 200 mL olur.

$M = n/V$  formülünde hacim değiştiği için molarite de değişecek. Öncelikle  $M \times V$  formülünden yeni mol sayısı (n) bulunur. Daha sonra bu mol sayısı (n) toplam hacime (V) bölünerek yeni derişim bulunur.

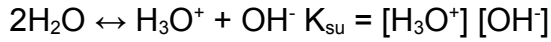
$$[\text{OH}^-] = (100 \times 0,050 + 100 \times 0,040) / 200 = 4,50 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log 4,50 \cdot 10^{-2} = 2 - \log 4,50 = 2 - 0,65 = 1,35$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,35 = 12,65$$

### Zayıf Asitler ve Zayıf Bazların pH

Tamamen iyonlaşmayan asitlere ve bazlara zayıf asit veya baz denir. Zayıf asitler HA, zayıf bazlarda B ile gösterilir.



Eğer  $K_a$  değeri  $10^{-4}$  ile  $10^{-9}$  arasında ve asidin başlangıç derişimi  $1 \cdot 10^{-3}$  M arasında ise, suyun iyonlaşma dengesinin pH ye etkisini olmadığı kabul edilir. Sadece  $K_a$  denge ifadesini kullanarak hidronyum derişimi hesaplanabilir. Denge

$$[\text{HA}] = C_{\text{HA}} - [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ yazılabilir. Aynı zamanda}$$

$$[\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ olduğundan}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{(C_{\text{HA}} - [\text{H}_3\text{O}^+] )}$$

Formülünden  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonunun derişimi bulunur.

Bu tür problemlerin çözümünde diğer bir kabul ise başlangıç derişiminin  $K_a$  ya oranı,  $(C_{\text{HA}} / K_a) \gg 10$  ise asidin iyonlaşması ile başlangıç derişiminin fazla değişmediği düşünülebilir ve paydadaki  $\text{H}_3\text{O}^+$  derişimi  $C_{\text{HA}}$  yanında ihmal edilebilir.

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_{\text{HA}}} \text{ formülünden } [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ çekilerek,}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_{\text{HA}}} \text{ bağıntısı bulunur.}$$

### Örnek:

Derişimi 0.10 M olan Asetik asit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) çözeltisinin pH si nedir?  
 $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$  ( $25^\circ\text{C}$ )

### Çözüm:

$\text{CH}_3\text{COOH}$  veya genel formülü ile HA suda  
 $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

Başlangıç: 0,10 M 0 0

Değişim -x +x +x

Dengede: (0,10-x) M +x +x

$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+]^2 / C_{\text{HA}}$$

$$K_a = 1,75 \times 10^{-5} = x^2 / (0,10 - x)$$

Son kabulümüzün uygulanabilirliği test edildiği zaman

$$0,10 / 1,75 \cdot 10^{-5} > 10^3$$

Asidin iyonlaşması ile başlangıç derişiminin fazla değişmediği düşünülebilir ve paydadaki  $\text{H}_3\text{O}^+$  derişimi  $C_{\text{HA}}$  yanında ihmal edilebilir.

$$1,75 \times 10^{-5} = x^2 / 0,10$$

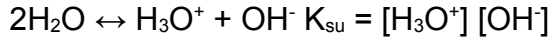
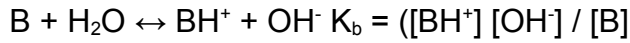
$$x^2 = 1,75 \times 10^{-6}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = x = 1,32 \times 10^{-3} \text{M}$$

$$\text{pH} = -\log 1,32 \times 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 2,88$$

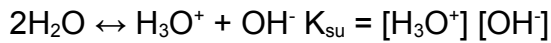
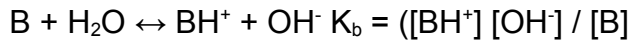
Aynı kurallar zayıf bazlar içinde geçerlidir.



$$K_b = [\text{OH}^-]^2 / C_B - [\text{OH}^-]$$

$$K_b = [\text{OH}^-]^2 / C_B$$

Eğer  $K_b$  değeri  $10^{-9}$  dan küçük ve bazın derişimi de  $10^{-3}$  M dan daha küçük ise suyun iyonlaşma etkisini göz önüne almak zorundayız.



$$[\text{OH}^-] = [\text{OH}^-]_{\text{zayıf baz}} + [\text{OH}^-]_{\text{su}}$$

Zayıf bazdan gelen  $[\text{OH}^-]$  aynı zamanda  $[\text{BH}^+]$  ya, sudan gelen  $[\text{OH}^-]$  ise suyun  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ya eşittir. Dolayısıyla

$$[\text{OH}^-] = [\text{BH}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ yazılabilir.}$$

$$[\text{BH}^+] = K_b [\text{B}] / [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_{\text{su}} / [\text{OH}^-]$$

Bu değerler yerine konulduęunda

$$[\text{OH}^-] = K_b [\text{B}] / [\text{OH}^-] + K_{\text{su}} / [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-]^2 = K_b[\text{B}] + K_{\text{su}}$$

$$[\text{OH}^-] = (K_b[\text{B}] + K_{\text{su}})^{1/2}$$

Baz zayıf olduęundan dengedeki B deriřimi, bazın bařlangıç deriřimine eřit olarak dūřünülebilir. Bōylece eřitlik

$$[\text{OH}^-] = (K_b C_B + K_{\text{su}})^{1/2}$$

haline gelir.

**$K_b C_B \gg K_{\text{su}}$  olduęunda eşitlik**

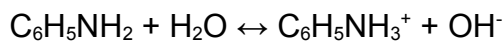
$$[\text{OH}^-] = (K_b C_B)^{1/2} \text{ şeklini alır.}$$

**Örnek:**

$2,5 \times 10^{-5}$  M anilin,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ , çōzeltisindeki türlerin deriřimlerini ve pH deęerlerini bulunuz.

$$K_b = 4,30 \times 10^{-10}$$

Dikkat edilmesi gereken husus  $K_b$  deęerinin  $10^{-9}$  dan, baz derişimin ise  $10^{-3}$  M dan küçük olduęudur.



$$[\text{OH}^-] = (K_b C_B)^{1/2}$$

$$[\text{OH}^-] = (4,30 \times 10^{-10} \times 2,5 \times 10^{-5} + 1,00 \times 10^{-14})^{1/2} = (1,08 \times 10^{-14} + 1,00 \times 10^{-14})^{1/2}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,44 \times 10^{-7} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+] = 1,44 \times 10^{-7} \text{ M}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2] = 2,5 \times 10^{-5} - 1,44 \times 10^{-7} = 2,49 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_{\text{su}} / [\text{OH}^-] = 1,00 \times 10^{-14} / 1,44 \times 10^{-7} = 6,94 \times 10^{-8} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log 6,94 \times 10^{-8} = 7,16$$



## Kimyada Bazı önemli Kavramlar

### 1-Mol Sayısı

**SORU:** 1 mol NaOH de kaç mol Na, O ve H vardır.

1 mol Na, 1 mol O, 1 mol de H vardır.

**SORU:** 1 mol CaCl<sub>2</sub> de kaç mol Ca, kaç mol Cl iyonu vardır.

1 mol Ca, 2 mol Cl vardır.

**SORU:** 49 gr H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kaç mol eder

### 2. Konsantrasyon ( Hacimce Yüzde )

Çözünen madde ağırlığının, birim hacim olarak kabul edilen (lt, ml gibi) çözeltideki miktarını gösterir. Çözelti sıcaklığı oda sıcaklığında (200C de) olmalıdır.

Konsantrasyonlarda başka bir şey söylenmediyse, genellikle 100 ml çözelti anlaşılır. Şu halde,

Örneğin konsantrasyonu 30 olan bir şeker çözeltisi demek 100 ml çözelti içerisinde 30 gr şeker bulunan çözelti demektir. Hazırlamak için 30 gr şeker tartılır bir kaba konur ve 100 ml olana kadar su ilave edilir. Bu yüzdeye hacimce yüzde de denir.

**ÖRNEK:** 10 gram NaCl ile konsantrasyonu 6 olan bir tuz çözeltisi hazırlayınız.

Bizden istenen çözeltinin 100 ml sinde 6 gram tuz bulunacak, o halde 6 gram tuz 100 ml çözeltide bulunursa, verilen 10 gr tuz

10 gr tuz ile hepsi birden 166,6 ml çözelti olacak şekilde hazırlanır.

**ÖRNEK:** Orijinal fabrika ambalajlı HC1 asidi şişesinin etiketinde % 37 ve yoğunluk (d) olarak da 1,19 yazılmıştır. Acaba şişedeki bu HC1 asidi çözeltisinin konsantrasyonu nedir (% de kaçlıktır)

Bu hidroklorik asit çözeltisinin 1 ml sinde,

Ağırlık = Hacim x Yoğunluk

1,19 X 0,37 = 0,44 gr tuz asidi var

O halde 100 ml de

$0,44 \times 100 = 44$  gr tuz asidi vardır.

Fakat aynı şişenin üzerinde fabrikanın yazdığı % 37 ise, bu HC1 çözeltisinin 100 gramında 37 gram asit bulunduğunu gösterir.

### 3. Ağırlık Yüzdesi

Ağırlıkça yüzde, çözeltinin 100 gramında çözünen maddenin gram miktarı ile ifade edilir. Burada çözelti sıcaklığının 20 °C olması gerekmektedir.

Şu halde ,

Veya

**ÖRNEK** :% 20 lik bir şeker çözeltisi demek, 80 gram suda 20 gr şeker var demektir. Diğer bir deyimle, 100 gramlık bir çözeltide 20 gram şeker vardır. Böyle bir şeker çözeltisi % 20 liktir.

**ÖRNEK** :% 13 lük şeker çözeltisinden 75 gram hazırlayınız. Diğer bir deyimle 75 gram % 13 lük şeker çözeltisi hazırlayınız.

% 13 lük şeker çözeltisi demek, 13 gram şeker, 87 gram su ile karıştırılacaktır. Diğer deyimle 100 gram çözeltide 13 gram şeker bulunacak demektir.

1 ml su, normal oda sıcaklığında yaklaşık 1 gr olduğundan, genel olarak 13 gram şeker tartılıp 87 gr (=ml) su ile karıştırılarak % 13 lük şeker çözeltisi yapılabilir. Fakat bizden 100 gr değil, 75 gram % 13 lük şeker çözeltisi isteniyor.

100 gr çözelti için 13 gr şeker lazım  
 $75 \text{ gr} \times \frac{13}{100} = 9,75 \text{ gr}$   
 $13 \times 75 / 100 = 9,75$  gr şeker alınmalıdır.

$75 - 9,75 = 65,25$  ml ( su için ml = mg alınabilir) içerisinde 9,75 gr şeker çözülür. % 13 lük şeker çözeltisi elde edilir.

**ÖRNEK** : 1 ppm lik şeker çözeltisi hazırlayınız.

1 ppm lik bir şeker çözeltisi demek, 1 milyon kısım çözeltide 1 kısım şeker var demektir. 1 kilogramda 1 milyon miligram olduğundan. demek ki 1 kg şeker çözeltisinde sadece 1 mg şeker vardır. Gerisi sudur.

**ÖRNEK** : 35 ppm lik bir şeker çözeltisi hazırlayınız.

35 mg şeker 1000000 - 35 = 999965 mg veya yaklaşık 999,5 ml su ile karıştırılacak demektir.

#### 4. Ağırlık Yüzdesi ( % ) Hesapları

**ÖRNEK :** 7 gram şeker 63 gram suda çözünürse, bu şeker çözeltisi yüzde kaçlıktır?

X = 10 Demek ki bu çözelti % 10 luktur.

**ÖRNEK:** 7 gram şekerden % 10 luk bir çözelti yapmak için bu miktar şekeri kaç gram suda çözmelidir.

Su = 63 gram

**ÖRNEK:** 63 gram su ile % 10 luk bir HCl çözeltisi yapmak için kaç gram HCl alınmalıdır.

Yukarıdaki formüle göre 7 gram HCl alınmalıdır. Ancak birçok asitler % 100 lük değildir. HCl şişesinin üzerinde % 37 ve yoğunluk 1,19 yazılıdır.

Şu halde bu şişedeki HCl 1 ml sinde  $1,19 \times 0,37 = 0,4403$  gram HCl vardır. O halde 7 gram tuz asidi almak için şişeden  $7/0,4403 = 15,8$  ml HCl çözeltisi almak lazımdır. Bütün çözeltinin ağırlığı,  $63 + 7 = 70$  gr olacağına göre, bir kaba 15,8 ml HCl asidi koyup üzerine tümü 70 gr olana dek su katılmalıdır. (Su + Asit olarak konacak)

**ÖRNEK :** % 10 luk bir şeker çözeltisinden % 7 lik bir şeker çözeltisi yapmak için % 10 luk yoğun şeker çözeltisi kaç gram su ile seyreltilmelidir?

Değerler formülde yerine konursa,

X = Su = 42,5 gr

Diğer deyimle % 10 luk 100 gr çözeltiyi 42,85 gr su ile seyreltmelidir.

Aşağıda aynı örnek bir başka pratik usulle tekrar çözülecektir. Bu çapraz usule göre;

Sol üstte % 10 luk şeker çözeltisinin sadece 10 rakamını, bunun çok altına damıtık su(% 0) olduğu için 0 rakamına ve nihayet bunların karışmasından istenen % 7 için 7 rakamını, daha önceki iki rakamın ortalarına gelmek üzere sağ açığına yazdıktan sonra,  $10 - 7 = 3$  yani % 10 luktan, istenen % 7 lik çıkınca kalan 3 rakamını aynı yönde sağ alt köşeye, istenen % 7 likten 0 çıkınca kalan 7 rakamını sağ üst köşeye yazar ve deriz ki, % 10 luk şeker çözeltisinden 7 kısım alıp, bunu 3 kısım su ile sulandıracak olursak, istediğimiz % 7 lik bir çözelti elde ederiz. Örneğin % 10 luk şeker çözeltisinden 7 gram alıp, bunu 3 gram su ile karıştırırsak, % 7 lik ( $7 + 3 = 10$ ) 10 gram şeker çözeltisi elde edilir.

**ÖRNEK: Elimizde** birisi % 10 luk, diğeri % 3 lük iki HCl çözeltisi var. Bunlardan her birisinden ne miktar karıştırılmalı ki, istediğimiz % 5 lik HCl çözeltisini yapmış olalım ve bu suretle seyreltik % 3 lük HCl çözeltisini de dökmeyip kullanmış

olalım.

Bu problemin çapraz yazılışında artık sol alt köşedeki damıtık su değil % 3 lük HC1 çözeltisi olduğundan, buraya suda olduğu gibi 0 değil 3 yazmamız gerekiyor.

Şekildeki çapraz yazılışta hemen görüleceği gibi % 10 luk tan 2 kısım alıp bunu 5 kısım % 3 lük çözelti ile seyreltirse, elimize ( 2 + 5 = 7 ) 7 kısım % 5 lik çözelti geçer.

**ÖRNEK :** %10 luk bir şeker çözeltisinden 140 gr, % 7 lik bir şeker çözeltisini hazırlamak için, ne miktar şeker çözeltisi alıp, ne miktar su ile karıştırmalıdır ?

10 7

7

0 3

Yine çapraz yazılır, fakat su burada 0 olduğundan sol alt köşeye yazılır. Görüldüğü üzere, % 10 luk 7 kısım şeker çözeltisi 3 kısım su ile karıştırılıp 10 kısım % 1lik çözelti elde etmek için 7 kısım (yani 7 gram) % 10 luk çözelti almak gerekirse 140 kısım yani 140 gram % 7 lik çözelti yapmak için,

$140 \times 7 / 10 = 98$  gram % 10 luk şeker çözeltisini alıp bunu

$140 - 98 = 42$  gr su ile seyreltilmelidir.

**ÖRNEK :** % 10 luk 63 gr şeker çözeltisi var. Bunun hepsini kullanmak şartıyla % 7 lik bir şeker çözeltisi yapmak için ne kadar su katmalıdır.

10 7

7

0 3

% 7 lik çözelti yapmak için, % 10 luktan 7 gr alıp bunu 3 gr su ile seyrelterek 10 gr istenen % 7 lik çözelti elde edilir. O halde bu istenen çözeltiyi yapmak için % 10 luk şeker çözeltisinden alınan 7 grama 3 gram su katmak gerekirse, elimizde bulunan 63 gram şeker çözeltisine,  $63 \times 3 / 6,3$  gr su katmalıdır.

Bunu formülle çözersek, % 10 luk 63 gram şeker çözeltisine ne miktar şeker bulunduğunu hesap etmek gerekir.  $0,10 \times 63 = 6,3$  gr dir. O halde çözeltide bulunan bu kadar gram şekeri formüle koyarsak,

$X = Su = 27$  gram bulunur.

**ÖRNEK :** % 10 luk 63 gr şeker çözeltisine 27 gr su katılırsa, % kaçlık bir çözelti

elde edilir.

Temel formül ile çözmek için, % 10 luk 63 gr şeker çözeltisinde önce kaç gram şeker bulunduğunu hesap etmek gerekir ki, bu da  $63 \times 0,10$  gramdır. Bu değer formülde yerine konursa,

$X = 7$  bulunur. Yani % 7 lik bir çözelti olur. Bunu çapraz usulle çözemeyiz.

**ÖRNEK: Birisi** % 10 luk 12 gr şeker çözeltisi, diğeri % 3 lük 30 gr şeker çözeltisi vardır. Bunların her ikisi birbirine karıştırıldığı zaman % kaçlık bir çözelti elde edilir?

$X = \% 5$  lik olur

## 5. Hacimce Yüzde

**ÖRNEK :** % 95 lik bir alkolü sulandırmak suretiyle % 40 lık 200 ml bir alkol çözeltisi yapmak için ne miktar alkolü alıp sulandırmalıdır ?

Alınacak alkol miktarına X dersek,

$X - 84,2$  ml alkol

200 ml ye su ile tamamlanır.

Çapraz usulle ise,

% 95 lik alkolden 40 ml alıp 55 ml su ile karıştırmak gerekir. (% 40 lık alkol için) 200 ml çözelti için ,

% 95 lik alkol alıp üzerine 200 ml olana kadar su koyulur.

**ÖRNEK :** % 90 lık 100 ml bir alkol çözeltisinden % 70 lik bir çözelti hazırlamak için buna ne kadar su katmalıdır.

Alınacak alkol miktarına X dersek,

$X - 28,5$  ml bulunur.

## 6. Molarite

1 ml çözeltide çözünen maddenin mol sayısıdır. Örneğin 1 ml HCl çözeltisi içinde 1 mol ( 36,5 gr HCl) bulunuyorsa bu çözeltinin molaritesi 1 M olur. 1 litre çözeltide (0,1 mol 3,65 gr) HCl bulunuyorsa 0,1 M olur.

1 litre çözeltide 0,95 gram HCl çözülmüş ise bu miktar HCl n = 10,95 / 36,5 = 0,3 M olur.

ÖRNEK: % 98 lik 5 gr H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> saf su ile 1 litreye tamamlanırsa bu çözelti kaç mol gr olur.

100 gr çöz. 98 gr H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
5 gr çöz X

---

$X = 5.98 / 100 = 4,9$  gr saf H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vardır.

4,9 gr H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> n = 4,9 / 98 = 0,05 M Sülf.Asit

O halde 1 litrede 0,05 mol sülfürik asit vardır ve bu çözelti 0,05 M dir.

Genel olarak formüllemek gerekirse ;

V = Çözeltinin hacmi

Ma= Çözünen maddenin molekül ağırlığı

g= Çözünen madde miktarı

Eşit molaritedeki çözeltiler için çözünen maddelerin mol sayıları eşit, fakat çöz genin mol sayıları eşit değildir.

ÖRNEK : 1,2 M lik 250 ml bir sülfürik asit çözeltisi hazırlamak için kaç gram sülfürik asit almak lazımdır.

1,2 M demek, 1 litre çözeltide 1,2 x 98 = 117,6 gr sülfürik asit bulunacak demektir. Bizden istenilen 0,25 lt çözeltide, 0,25 x 117,6 = 29,4 gr H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bulunacak.

ÖRNEK : Molaritesi 0,7 M olan şeker çözeltisi hazırlayınız.

Demek ki 0,7 mol gram şeker alıp, bunu tümü 1 lt çözelti olacak şekilde suda çözeceğiz. Şekerin molekül ağırlığı 342 gr olduğuna göre 0,7 mol şeker 0,7 x 342 = 7,38 gramdır.

## 7. Normalite

Çözeltinin litresinde çözünen maddenin eşdeğer gram (Ekivalent) sayısıdır. I N (Normal) çözelti içerisinde I ekivalent gram bulunur.

Asitler için eşdeğer gram :

Bazlar için :

Tuzlar için :

1 eş-gr HCl =  $36,1 / 1 = 36,5$  gr

1 eş-gr NaOH =  $40 / 1 = 40$  gr

1 eş-gr  $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 74/2=37$  gr.

NaOH , HCl gibi formül ağırlığı eşdeğer gramına eşit olan maddelerin çözeltilerinde Normalite = Molaritedir.

ÖRNEK : 9,8 gram sülfürik asit, 250 ml lik bir çözeltide bulunursa, diğer deyimle 9,8 gr  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ile 250 ml lik bir çözelti yapılırsa, acaba bu çözeltinin normalitesi ne olur ?

Önce 9,8 gr sülfürik asidin mol sayısı bulunur, yani 9,8 gr sülfürik asit kaç mol dür ?

Bilindiği gibi, 1 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98 gramdır. O halde 98 gram  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 mol olursa, 9,8 gramı  $9,8 / 98 = 0,1$  mol dür.

$\text{H}_2\text{SO}_4$  bileşiminde 2 hidrojen olduğundan etki değeri 2 dir. Yapmak istediğimiz çözelti 250 ml olduğundan, bunun litre cinsinden yazılışı 0,250 dir. Buna göre,

ÖRNEK : 0,2 N, 250 ml sülfürik asit çözeltisi yapınız.

Temel bilgilerden giderek hesaplamak istersek,

0,2 normal demek, o maddenin 1 mol gramının 0,2 si alınacak, fakat sorunun içinde normalite terimi geçtiği için, aynı zamanda alınan 0,2 mol gramı o maddenin etki değerine bölünecek ki, burada sülfürik asit olduğu için etki değeri 2 dir. Elde edilen madde miktarı 1 litre çözelti içindir, biz 250 ml çözelti yapacağız, o halde bulunan miktar 0,250 ile çarpılmalıdır. Bulunan bu son miktar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ile hepsi birden 250 ml olacak şekilde su katarak çözelti yapılmış olur. İşte bu düşünceden gidilerek hesaplayalım;

0,2 mol sülfürik asit ( 1 mol gram  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98 gr olduğundan)

$0,2 \times 98 = 19,6$  gramdır.

Sülfürik asidin etki değeri 2 olduğu ve normalite söz konusu olduğu için bu 19,6 gramı 2 ye bölmelidir. Yani 9,8 gr olur. Şu halde 9,8 gram H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile 1 litrelik 0,2 Normal çözelti yapılır. Fakat bize 0,250 litrelik çözelti yapın dediklerinden 9,8 gr değil  $9,8 \times 0,250 = 2,45$  gr H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> alacağız.

Şayet normalite değil de molarite söz konusu olsaydı, o zaman etki değerine bölünmeyecekti. Formül ile yapılırsa,

#### ÖRNEK

Orijinal fabrika ambalajlı bir sülfürik asit şişesi üzerindeki etiket de % 96 ve d = 1,841 yazılıdır. Bu asidin normalitesi nedir ?

d = 1,841 olduğundan 1 litresinin ağırlığı  $1,841 \cdot 1000 = 1841$  gramdır. Fakat bunun ancak % 96 sı asit olduğundan, 1 litre çözeltide  $0,96 \times 1841 = 1767,36$  gr H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vardır.

1 litre çözeltide  $96 / 2 = 49$  gram sülf. asit bulununca o sülfürik asidin çözeltisi 1 N olursa,  $1767,36$  gr sülfürik asit bulunan çözeltinin normalitesi  $1767,36 / 49 = 36,06$  Normaldir

#### ÖRNEK

Orijinal fabrika ambalajlı bir HCl şişesinin üzerindeki etiket de % 57 ve d = 1,19 yazılıdır.

A)Bu asidin normalitesi nedir,

.B)Bu asidin konsantrasyonu nedir?

a. HCl etki değeri 1 olduğundan, 1 Normalde 1 mol-gram yani 36,5 gr (=HCl) bulunacaktır. O halde 1 litrede 1190 gr HCl bulunan çözeltinin normalitesi  $1190 / 36,5 = 32,6$  dır.

b.Konsantrasyon, bir çözeltinin 100 ml sinde bulunan madde miktarıdır. Bu HCl asidinin özgül ağırlığı 1,19 olursa, bunun 1 ml ağırlığı 1,19 gr 100 ml alırlığı,  $100 \times 1,19 = 119$  gramdır. Fakat 119 gram ağırlıkta 100 ml çözeltinin ancak % 57 si HCl olduğundan demek ki 100 ml HCl çözeltisinde,

$0,37 \times 119 = 54,05$  gram HCl vardır. Şu halde konsantrasyonu 54,05 dür. Halbuki bu çözelti, etiketinin gösterdiğine göre % 57 liktir, diğer deyimle bu çözeltinin 100 gramında 57 gram HCl vardır. (ağırlık yüzdesi)Fakat yine bu çözeltinin 100 ml sinde 54,05 gram HCl vardır. Bu örnek bize ağırlık yüzdesi ile konsantrasyonun aynı şeyler olmadığını açık olarak gösterir. Özellikle çözeltideki çözünen maddenin yoğunluğu farklı olunca, derişik çözeltilerde adi konsantrasyon ile, ağırlık yüzdesi arasındaki miktar farkları fazla olur.

ÖRNEK : 0,12 N bir asetik asidin 800 ml lik çözeltisinde kaç gram asetik asit



yardır? Bu asidin konsantrasyonu nedir ? (Molekül ağırlığı 60 dir.)

Asetik asidin etki değeri I olduğuna göre ve sorulan miktara X denirse,

$$X = 0,12 \times 0,80 \times 60 = 5,76 \text{ gr bulunur.}$$

Demek ki bu asit çözeltisinin 800 ml sinde 5.76 gr asetik asit vardır. Halbuki konsantrasyon demek, çözeltinin 100 ml sinde bulunan miktar demektir. O halde 800 ml. sinde 5.76 gr bulunursa 100 ml sinde

diğer bir deyimle bu asetik asidin konsantrasyonu 0,72 dir.

Eğer bu asetik asit % kaçlıktır diye sorulsaydı, bu taktirde 800 ml lik asetik asit çözeltisini tartmamız gerekecekti. Çünkü yüzde demek 100 gram çözeltide kaç gram madde bulunduğunu söylemek demektir. Örneğin 800 ml asetik asidin çözeltisini tarttık, 810 gr geldi. O halde 810 gr asetik asit çözeltisinde 5,76 gr asetik asit bulunursa, 100 gr asetik asit çözeltisinde,

Diğer bir deyimle bu asetik asit % 71 liktir. Şu halde 0,12 normal bir asetik asidin 100 ml sinde 0,72 gr (konsantrasyona göre), 100 gramında ise 0,71 gr (ağırlık yüzdesine göre) asetik asit vardır.

## 8. Molalite

1000 gr çözücüde çözünen maddenin mol sayısıdır. I m HC1 çözeltisinin 1000 gram suda 36,5 gr HC1 çözmekle, 0,1 m HC1 çözeltide 3,65 gr HC1 çözmekle, yapılır.

Veya

$g_2$  =Çözünenin gram miktarı

$g_1$  = Çözücünün gram miktarı

$M_2$  =Çözünenin molekül ağırlığı

Çözelti seyreltik ise  $m = M$  olur.

Molal çözeltide, örneğin 1 molarlık bir çözelti hazırlamak için, bir maddenin 1 mol gramını, 1000 gram suda (yaklaşık 1 lt suda) çözmelidir. Fakat bazı maddeler vardır ki, o madde çözeltide çözüncü, çözeltinin hacmi artar çözelti 1 lt den çok olur. Hacımdaki bu artışa, çözünen maddenin çözünme hacmi denir. Örneğin NaCl ün 1 m lık çözeltisinin hacmi, 1018 ml dir. Yani 1 mol gram NaCl, 1000 gr suda çözünürse, çözeltinin hacmi 18 ml artmıştır. 1 molallik adi şeker çözeltisinin hacmi ise 1207 mi dir. Bu maddelerin çözünme hacmi ise küçüktür. Örneğin alkol suda çözününce, yeni hacim 1 litreden biraz daha küçük olur. Bu nedenlerden dolayı çeşitli maddelerin molal çözeltilerinden alınan eşit hacimdeki çözeltiler, ne çözünen nede çözgen bakımından, mol sayıları birbirine eşit değildir. Örneğin 10

ml 1 molallik adi şeker çözeltilisindeki şeker ve su moleküllerinin sayısı, 10 ml 1 molallik üre çözeltilisinin, ne üre ne de su molekülleri sayısına eşit değildir. Onun için bu çözeltilerin belli bir hacmi bir misli su ile karıştırılırsa, yani seyreltilirse 0,5 molallik bir çözelti vermez. Örneğin madde şeker ise, ancak 1207 ml çözelti alıp buna 1207 ml su katılırsa 0,5 molal çözelti yapılmış olmaz. Fakat sadece 1000 gr su katarsak, o zaman 0,5 molal çözelti yapmış oluruz.

Demek ki, molal çözeltiler birkaç kez sulandırılırsa, molalitede birkaç kat küçülmüş olmaz.

Fizyolojik çalışmalarda, yüzde üzerine çözelti yapmak genellikle daha kolaydır. Fakat yüzdelik çözelti hazırlanırken, ne yazık ki bazen aynı kaideye uyulmaz. Çünkü en kolay yol, bu çeşit çözeltileri ağırlık yüzdelerine göre hazırlamaktır. Örneğin NaCl ün % 10 luk çözeltilisini yapmak için, 10 gr NaCl, 90 gr suda çözümlenerek yapılır. Fakat bir sıvı olan asetonun, % 20 lik bir aseton su (yani sıvı-sıvı) çözeltisi ağırlık üzerine değil, hacim üzerine yapılır. Şu halde 20 ml aseton, 80 ml su ile karıştırılır. (Ancak sıvı-sıvı karışımında alkol örneği gibi hacim azalması oluyorsa, bu da uygun düşmez.)

ÖRNEK : 0,25 molallik bir şeker çözeltisi hazırlayınız. (Şekere ait M.A. 342)

$0,25 \times 342 = 85,5$  gram şeker 1000 gr suda çözmek gerekir. Demek ki molar çözeltilerde, çözelti hacmi 1 litre, molal çözeltilerde ise, çözünen ağırlığı 1000 gram olmalıdır.

ÖRNEK : 5,85 gram NaCl, 1000 gr suda çözünürse, molalitesi nedir?

Önce 5,85 gr NaCl ün kaç mol olduğunu hesaplamak gerekir. Biz biliyoruz ki 1 mol NaCl, 58,5 gramdır. O halde 5,85 mol NaCl  $5,85 / 58,5 = 0,1$  moldür. O halde molalite  $0,1 / 1 = 0,1$  dir.

Eğer 5,85 gr NaCl, 1 kg su yerine 250 gram suda çözülsediydi bu taktirde molalite,

### **Normalitesi ( Veya Molaritesi ) Bilinen Bir Çözeltiden Düşük Normaliteli (veya Molariteli) Çözelti Hazırlanması**

Aşağıdaki bağıntıdan faydalanılır,

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$N_1 \times m_1 = N_2 \times m_2$$

$N_1$  = Elimizdeki çözeltinin normalitesi

ml1 = Bu çözeltiden alınacak miktar

N2 = Hazırlanan yeni çözeltinin normalitesi

ml2= Yeni çözeltinin toplam hacmi (ilave edilen distile su miktarı değil)

ÖRNEK : 4 N, 100 ml HCl çözeltisi var. Bu çözeltiyi 0,2 N yapmak istiyoruz, acaba kaç ml saf su katmamız gerekir ?

Burada önce çözeltiyi kaç defa seyreltmemiz gerekecek onu bulalım.

$4 / 0.2 = 20$  kez seyreltilmesi gerekiyor.

100 ml çözelti + 1900 ml su = 2000 ml 0,2 N çözelti eder.

Aynı soru ;

$$N1 \times ml1 = N2 \times ml2$$

1. çöz. 2. çözelti (toplam çözelti)

$$4 \times 100 = 0,2 \times V2$$

$V2 = 2000$  ml Bu miktar toplam yeni çözelti,

yani su + HCl miktarıdır.

$$2000 - 100 = 1900 \text{ ml dir.}$$

ÖRNEK : 12 N 100 ml HNO<sub>3</sub> çözeltisinden 5 N HNO<sub>3</sub> çözeltisi yapmak istiyoruz. Kaç ml su ilave etmemiz gerekiyor.

$$N1 \times ml1 = N2 \times ml2$$

$$12 \times 100 = 5 \times V2$$

$$V2 = 240 \text{ ml}$$

$$240 - 100 = 140 \text{ ml saf su gereklidir.}$$

Veya,

$$X = 2,4 \text{ kez seyreltilmelidir.}$$

$$100 \text{ ml HNO}_3 + X \text{ (su)} = 240 \text{ ml çöz}$$

$$X = 140 \text{ ml saf su gereklidir.}$$

ÖRNEK : 8 N HCl çözeltisinden 400 ml 0,2 N HCl çözeltisi yapmak istiyoruz.

a) Kaç ml 8 N HCl çözeltisi,

b) Kaç ml saf su gereklidir.

$$a) N_1 \times ml_1 = N_2 \times ml_2$$

$$8 \text{ ml}_1 = 0,2 \times 400$$

$$ml_1 = 10 \text{ ml } 8 \text{ N HCl çözeltisi}$$

$$b) 400 - 10 = 390 \text{ ml saf su}$$

### **Normaliteleri Farklı İki Cins Çözelti Birbiri İle Karıştırıldığında Meydana Gelen Yeni Çözeltinin Normalitesinin Hesabı**

$$N_1 \times ml_1 + N_2 \times ml_2 = N ( ml_1 + ml_2 )$$

veya

$$M_1 \times ml_1 + M_2 \times ml_2 = M ( ml_1 + ml_2 )$$

bağıntılarından biri kullanılabilir.

**ÖRNEK:** 0,2 N , 30 ml HC1 çözeltisi ile, 0,5 N, 100 ml HC1 çözeltileri karıştırılsa yeni çözeltinin normalitesi ne olur ?

$$0,2 \times 30 + 0,5 \times 100 = N (30 + 100)$$